



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
GEOQUÍMICA DE MINERAIS E ROCHAS**



**ESTUDO DA ESPÉCIE *CURATELLA AMERICANA* L.
(LIXEIRA) UTILIZADA COMO AGENTE BIOINDICADOR
EM REGIÃO AURÍFERA DO DISTRITO DE CANGAS EM
POCONÉ / MT**

RAÉLITA DE OLIVEIRA RESENDE



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
GEOQUÍMICA DE MINERAIS E ROCHAS**



RAÉLITA DE OLIVEIRA RESENDE

**ESTUDO DA ESPÉCIE *CURATELLA AMERICANA* L. (LIXEIRA)
UTILIZADA COMO AGENTE BIOINDICADOR EM REGIÃO
AURÍFERA DO DISTRITO DE CANGAS EM POCONÉ / MT**

**Orientador: Prof. Dr. FRANCISCO EGÍDIO PINHO
Co-Orientador: Prof. Dr. DENIS DE JESUS LIMA GUERRA**

FICHA CATALOGRÁFICA

R433e Resende, Raélita de Oliveira.

Estudo da espécie *Curatella americana* L. (Lixeira) utilizada como agente bioindicador em região aurífera do Distrito de Cangas em Poconé/MT / Raélita de Oliveira Resende. – 2012.

xvi, 72 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Egídio Pinho.

Co-orientador: Prof. Dr. Denis de Jesus Lima Guerra.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Pós-Graduação em Geociências, 2012.

Bibliografia: f. 67-72.

1. Ouro – Minas e mineração. 2. Ouro – Mato Grosso. 3. Ouro – Planta nativa – Agente bioindicador. 4. Ouro – Comportamento biogeoquímico. 5. Ouro – Áreas de ocorrência. 6. Lixeira (*Curatella americana*). I. Título.

CDU – 553.411(817.2)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

REITORIA

Reitora

Prof^a. Dr^a. Maria Lucia Cavalli Neder

Vice-Reitor

Prof. Dr. Francisco José Dutra Souto

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Pró-Reitora

Prof^a. Dr^a. Leny Caselli Anzai

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Diretor

Prof. Dr. Edinaldo de Castro e Silva

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS

Chefe

Prof. Dr. Paulo César Corrêa da Costa

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Coordenador

Prof. Dr. Amarildo Salina Ruiz

Vice-Coordenadora

Prof^a. Dr^a. Maria Zélia Aguiar de Sousa



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nº 31

ESTUDO DA ESPÉCIE *CURATELLA AMERICANA* L. (LIXEIRA) UTILIZADA COMO AGENTE BIOINDICADOR EM REGIÃO AURÍFERA DO DISTRITO DE CANGAS EM POCONÉ / MT

RAÉLITA OLIVEIRA RESENDE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Instituto de Ciências Exatas e da Terra (ICET) da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geociências.

Orientador: Prof. Dr. FRANCISCO EGÍDIO PINHO
Co-Orientador: Prof. Dr. DENIS DE JESUS LIMA GUERRA

CUIABÁ-MT/MAIO/2012

AUTORA: **RAÉLITA DE OLIVEIRA RESENDE**

**ESTUDO DA ESPÉCIE *CURATELLA AMERICANA* L. (DILLENACEAE)
UTILIZADA COMO AGENTE BIOINDICADOR EM REGIÃO AURÍFERA DO
DISTRITO DE CANGAS EM POCONÉ / MT**

Orientador: Prof. Dr. Francisco Egídio Pinho

Co-orientador: Prof. Dr. Denis Lima Guerra

Dissertação de mestrado aprovada em: 31 de Maio de 2012.

BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. FRANCISCO EGÍDIO PINHO
ICET-DRM/UFMT
Presidente da Banca

PROF.^a DR. DÉBORA ELIRÉIA MANSILLA PEDROTTI
SEDUC/MT
1º Examinador

PROF.^a DR. JANE VIGNADO
UFMT
2º Examinador

ATA DE DEFESA



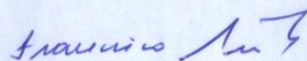
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

ATA DE DEFESA PÚBLICA

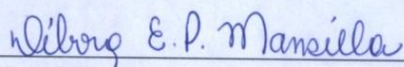
Raélita de Oliveira Resende

Aos 31 dias do mês de Maio do ano de 2012, à 09:00 horas, no Auditório do Departamento de Recursos Minerais, sob a presidência do professor Doutor Francisco Egídio C. Pinho, orientador, reuniu-se em sessão pública a Banca Examinadora de defesa da Dissertação de Mestrado da discente Raélita de Oliveira Resende do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS, visando a obtenção de título de MESTRE EM GEOCIÊNCIAS. A Mestranda concluiu os créditos exigidos para obtenção do título de Mestre, na Área de Concentração em GEOLOGIA REGIONAL E RECURSOS MINERAIS, e foi aprovada no Exame de Qualificação, de acordo com os registros constantes na Secretaria do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS. Esta foi a 31ª sessão pública de Defesa de Dissertação do Programa de Pós-graduação. Os trabalhos foram instalados às 09:00 horas pelo presidente da Banca Examinadora, constituída pelos professores Dr. Francisco Egídio C. Pinho (Presidente Banca/Orientador ICET/UFMT), Dra. Débora Eriléia Pedrotti (Examinadora Externa SEDUC/MT) e Dra. Jane Vignado (Examinadora Interna IB/UFMT). A pós-graduanda procedeu à apresentação de seu trabalho, com título " ESTUDO DA ESPÉCIE CURATELLA AMERICANA L. (DILLENIACEAE) UTILIZADA COMO AGENTE BIOINDICADOR EM REGIÃO AURIFERA DO DISTRITO DE CAÑGAS EM POCONÉ /MT " e, em seguida foi arguido pelos membros integrantes da banca. Os trabalhos de arguição foram encerrados às 11:00 horas, e após reunião a Banca deliberou por sua Aprovação. Proclamando o resultado final pelo Presidente da Banca Examinadora foram concluídos os trabalhos. O título de Mestre será conferido sob condição de apresentação, na Secretaria do Programa, da versão final corrigida na forma e no prazo estabelecido no Regimento Interno do Programa de Pós-graduação em Geociências juntamente com o Termo de Aprovação do Orientador. Cumpridas as formalidades, às 11:30 horas, o presidente da mesa encerrou a sessão de defesa, e para constar eu, Francisco Egídio C. Pinho, Presidente Banca/Orientador, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos integrantes da banca examinadora em três vias de igual teor.

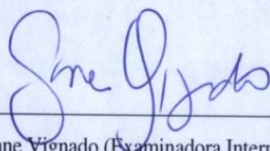
*Manuela
8/6/12*



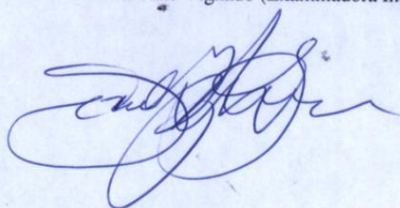
Dr. Francisco Egídio C. Pinho (Presidente Banca/Orientador ICET/UFMT)



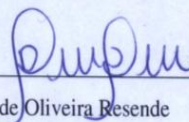
Dra. Débora Eriléia Pedrotti (Examinador Externo SEDUC/MT)



Dra. Jane Vignado (Examinadora Interna IB/UFMT)



Ciência da Discente:



Raélita de Oliveira Resende

A Deus, minha família composta por meus verdadeiros mestres, modelos reais de perseverança, parceria, dedicação, paciência e ética. Dedico também a meus amigos, colegas de trabalho e orientadores pelo apoio, força, incentivo, companheirismo e amizade. Sem eles nada disso seria possível. Aos meus pais Eurípedes Gaspar e Luzia, meu irmão Marcos Antônio, esposo Jeferson, e por fim aos meus queridos filhos Juan Pablo e Antony.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar o caminho nas horas incertas e suprir em todas as minhas necessidades.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Francisco Pinho e Prof. Dr. Denis Lima Guerra por acreditarem em mim, me mostrarem o caminho da ciência, por serem exemplos de profissional.

À minha família, a qual amo muito, pelo carinho, paciência e incentivo.

Aos amigos que fizeram parte desses momentos sempre me ajudando e incentivando.

A minha amiga MSc. Ivani Souza Mello que participou diretamente deste trabalho e me ajudou em todos os momentos os quais precisei.

Ao Geólogo Carlos José Fernandes – Geomim Ltda. por sua contribuição em todas as fases da pesquisa.

Ao Geólogo André Luiz da Silva Molina da Cooperativa dos Garimpeiros de Poconé (COOPERPOCONE) pelo apoio aos trabalhos de campo.

Ao discente Fillipe Castrang pela ajuda no trabalho de coleta de amostras em campo.

Ao Departamento de Nutrição da UFMT, pelo apoio na calcinação das amostras.

A todos os amigos do mestrado em Geociências pelo carinho e apoio.

A todos os colegas e professores da pós-graduação em Geociências pelo convívio e aprendizado.

A CAPES pelo suporte financeiro através da concessão de bolsa de estudo.

*"Antes de sentimos que somos bons Mestres,
Estejamos "seguros que somos bons estudantes."*

Pitágoras

RESENDE, RAÉLITA OLIVEIRA. ESTUDO DA ESPÉCIE *CURATELLA AMERICANA* L. (DILLENIACEAE) UTILIZADA COMO AGENTE BIOINDICADOR EM REGIÃO AURÍFERA DO DISTRITO DE CANGAS EM POCONÉ / MT. CURSODE PÓS-GRADUAÇÃO *Stricto Sensu*em GEOCIÊNCIAS– 66 fls. Dissertação de Mestrado Acadêmico, UFMT, Cuiabá, 2012.

RESUMO

Esta pesquisa utilizou a planta *Curatella americana* L., na busca de proporcionar a determinação de áreas de ocorrência de concentração de ouro em depósitos secundários ou primários sem escavações, e utilizar apenas uma planta nativa como agente bioindicador. Esta pesquisa objetivou detectar a presença de ouro nas folhas desta planta e utilizá-la como biológica identificadora deste metal precioso. A planta tem ocorrência predominante nas áreas de cerrado brasileiro. Teve o uso das folhas na biogeoquímica ao demonstrar ser uma ferramenta interessante e eficiente na probabilidade de provar que a região em estudo possui ouro e à medida que a planta se afasta dos depósitos deste metal a quantidade detectada também diminui. A área em estudo conhecida como Baixada Cuiabana hospeda depósitos de ouro associados a veios de quartzo, localizadas nas proximidades do Distrito de Cangas, Poconé, Mato Grosso, Brasil. Foram escolhidos dezoito pontos de coleta de folhas da planta em estudo que foi estabelecida uma malha regular de amostragem nas proximidades de áreas de lavra da Mineradora São Rafael, em que os resultados foram obtidos através de queima das amostras a 450 °C para perda da matéria orgânica e submetida à técnica analítica que utilizou ICP-EAS para determinação do teor de ouro e outros metais associados. Como resultados demonstraram existir forte relação entre teores do metal encontrados nas folhas desta espécie e os teores anômalos gerados por estes elementos marcados em áreas garimpadas.

Palavras chave: *Curatella americana* L.; Biogeoquímica; Ouro.

RESENDE, RAÉLITA OLIVEIRA. STUDY OF THE SPECIE *CURATELLA AMERICANA* L. (DILLENACEAE) USED AS AGENTE BIOINDICATOR IN THE AURIFEROUS REGION OF THE DISTRICT OF CANGAS IN POCONÉ / MT. COURSE POST GRADUATION *Stricto Sensu* in GEOSCIENCES-66pgs.Academic Dissertation, UFMT, Cuiabá, 2012.

ABSTRACT

This research used the plant *Curatella americana* L., in pursuit of providing the determination of areas of occurrence of gold concentration in primary or secondary deposits without excavations, and use only a native plant as a agent bioindicator. Aimed to detect the presence of gold in the leaves of this plant and use it as a biological identifier of this precious metal. The plant is popularly known as trash, and their predominant occurrence in the areas of the Brazilian cerrado. Had the use of leaves in the biogeochemistry prove to be an interesting and efficient tool to prove the likelihood that the region does have a gold and as the plant moves away from the deposits of this metal also decreases the amount detected. The study area known as Baixada Cuiabana host gold deposits associated with quartz veins, located near the District of Cangas, Poconé, Mato Grosso, Brazil. We chose eighteen points of collection of leaves of the plant in the study that established a regular grid sampling near areas of mining of miner San Rafael, where results were obtained by burning the samples at 450 °C for loss of organic matter and submitted to the analytical technique used for ICP-EAS determination of gold and associated metals. The results showed a strong relationship exists between the metal levels found in the leaves and trash generated by anomalous concentrations of these elements marked in mined areas.

Keywords: *Curatella Americana* L.; Biogeochemistry; Gold.

RESENDE, RAÉLITA OLIVEIRA. ÉTUDE DE ESPÈCE *SCURATELLA AMERICANA* L. (DILLENIACEAE) UTILISÉ COMME UN BIOINDICATEUR RÉGION DANS LE DISTRICT DE L'ORDANSCANGAS POCONÉ / MT. COURS D'ÉTUDES SUPÉRIEURES *stricto sensu* en Géosciences- 66 pgs. Dissertation Académique, UFMT, Cuiabá, 2012.

RÉSUMÉ

Cette recherche a utilisé la plante *Curatella* américain L., à la poursuite de fournir la détermination des zones d'apparition de la concentration d'or dans les gisements primaires ou secondaires sans fouilles, et d'utiliser un seul agent natif bioindicateur des plantes. Cette étude visait à détecter la présence d'or dans les feuilles de cette plante et l'utiliser comme un identifiant biologique de ce métal précieux. L'usine a eu lieu principalement dans les domaines de la cerrado brésilien. Si l'utilisation de feuilles dans la biogéochimie s'avérer un outil intéressant et susceptible de se révéler efficace dans la zone d'étude a de l'or et que la plante s'éloigne des dépôts de ce métal diminue aussi la quantité détectée. La zone d'étude connue sous le nom Baixada Cuiabana contient des gîtes aurifères associés à des veines de quartz, situé près du quartier de Cangas, Poconé, Mato Grosso, au Brésil. Nous avons choisi dix-huit points de collecte des feuilles de la plante dans l'étude qui a établi un échantillonnage en grille régulière à proximité des zones d'exploitation minière du mineur San Rafael, où les résultats ont été obtenus par la combustion des échantillons à 450 °C pour la perte de matière organique et soumis à la technique analytique qui utilise ICP-EAS pour la détermination de l'or et autres métaux associés. Les résultats ont montré une forte relation existe entre les niveaux de métaux trouvés dans les feuilles de cette espèce et les niveaux anormaux générés par ces éléments marqués dans les zones minées.

Mots-clés: *Curatella americana* L.; biogéochimie; or.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	16
INTRODUÇÃO.....	16
1.2. OBJETIVOS.....	18
1.2.1. Objetivo Geral	18
1.2.2. Objetivos Específicos	18
CAPITULO 2.....	19
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1. Histórico.....	19
2.1.1. História Local.....	21
2.2. Contexto Geológico e Regional.....	22
2.3. Cronoestratigrafia	23
2.4. Aspectos geográficos, sócio-econômico da região do distrito de Cangas Município de Poconé.....	25
2.4.2. População.....	25
2.4.3. Vegetação	25
2.4.4. Solo	27
2.4.5. Hidrografia	27
2.4.6. Relevo.....	28
2.4.7. Clima.....	28
2.4.8. Economia.....	29
2.5. <i>Curatella americana</i> L. (Dilleniaceae).....	29
2.6. Distribuição e Utilização	32
2.8. Princípios da Biogeoquímica	33
2.9. O uso da biogeoquímica na exploração mineral.....	34
2.10. Prospecção	35
2.11. Prospecção por partes das plantas.....	35
CAPITULO 3.....	36
MATERIAIS E MÉTODOS	36
3.1. O uso da <i>Curatella americana</i> L. na prospecção.....	36
3.3. Mapa do satélite com localização da área de coleta	37
3.4. Amostragem	38
CAPITULO 4.....	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CAPITULO 5.....	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
TRABALHOS FUTUROS	54
ARTIGO.....	55
REFERENCIAS	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esboço geológico de parte da Baixada Cuiabana, destacando a área do alinhamento Cangas - Poconé (adaptado de Luz <i>et al.</i> 1980 e Alvarenga 1988).	24
Figura 2. Mapa de vegetação e uso do solo da região de Poconé, MT, escala 1:20.000	26
Figura 3. Mapa de solos do Estado do Mato Grosso.	27
Figura 4. Espécie <i>Curatella americana</i> L na área de coleta em Cangas-MT.	30
Figura 5. Detalhe da epiderme foliar e estômato de <i>Curatella americana</i> L visto em corte Transversal. Foto de Castro N. M. & Oliveira, L. A. (CASTRO, 2011).	31
Figura 6. Mapa de localização do Distrito de Cangas Município de Poconé – MT. Imagem por satélite cedida pelo SEMA- MT.	36
Figura 7- Imagem por satélite cedida pelo SEMA- MT. (LANDSAT ETM).	37
Figura 8- Imagem da região aurífera de Cangas - Poconé, destacando-se a orientação NE do Alinhamento Cangas Poconé.	38
Figura 9. Coleta das folhas da lixeira (<i>Curatella americana</i>) na Região de Cangas - MT.	39
Figura 10. Foto da mufla utilizada para calcinação das amostras de folha da <i>Curatella americana</i> pertencente ao Laboratório de Bioquímica Educacional do Departamento de Nutrição (UFMT).	40
Figura 11. Fluxograma do processo analítico por ICP-AES.	40
Figura 12. Gráfico apresentando a concentração de ouro (ppb) em 18 amostras de <i>Curatella americana</i> L.	44
Figura 13. Gráfico apresentando a concentração de prata nas amostras de <i>Curatella americana</i> L em estudo.	44
Figura 14. Gráfico apresentando a concentração de cobre nas amostras analisadas.	45
Figura 15. Gráfico apresentando a concentração de chumbo nas amostras analisadas.	46
Figura 16. Gráfico apresentando a concentração do teor de zinco nas amostras analisadas.	46
Figura 17. Gráfico apresentando a concentração de arsênio nas amostras analisadas.	47
Figura 18. Comparação do teor dos elementos Au, Ag, Cu, Pb, Zn, e As adsorvidos pela planta <i>Curatella americana</i> L.	48
Figura 19. Diagrama sufer referente aos pontos de localização da amostra na área Cangas Poconé- MT.	48
Figura 20. Mapas de isotores de Au, Ag, Zn, Cu, Pb e As, respectivamente, em folhas de lixeira para a área estudada. (Valores em ppb e ppm).	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Correlação dos elementos Au, Ag, Cu, Pb e Zn.....	42
Tabela 2- Resultados dos teores obtidos para a planta coletada na área de Cangas-MT. (I.S = insuficiente).....	43

LISTA DE ABREVIATURAS

r		razão
ppm		parte por milhão
ppb		parte por bilhão
°		grau
“		Segundos
T		Tempo

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Curatella americana L. (*Dilleniaceae*), comumente conhecida como “lixadeira” no Brasil, é utilizada amplamente em medicina popular para tratamento de úlceras e diversas inflamações. A *C. americana* também apresenta outras propriedades além das medicinais, esta espécie pode atuar como agente bioindicador da existência de metais preciosos de grande interesse para a mineração e outras atividades relacionadas à economia mineral. Esta detecção mineral realizado por este vegetal é feita através da deposição de metal, oriundo do solo onde esta espécie está situada, em partes do vegetal como caule e folhas, caracterizando assim como um meio bastante eficaz para detectar elevadas concentrações de metais preciosos, em depósitos ainda inexplorados. É um método que apresenta baixo custo é definido como biogeoquímica de prospecção realizada a partir da composição química das cinzas do vegetal. A *C. americana* apresenta abundância significativa não só no território de Mato Grosso, mas no território nacional.

A investigação partiu da possibilidade desta espécie ser utilizada em regiões auríferas também como forma de delimitação destas áreas de ocorrência de ouro e para entender o comportamento biogeoquímico do ouro na planta da espécie, é importante ressaltar que a investigação realizada apresenta inovação na pesquisa desenvolvida nesta região, trazendo uma nova alternativa bioseletiva, que pode trazer desenvolvimento e renovação na prospecção de metais ferrosos (Fe- Ni- Cr- Co-Mn- V- Ti), metais base (Cu- Pb-Zn) e metais preciosos (Au- Pt).

A área de estudo pertence ao Distrito de Cangas que se situa no Município de Poconé, Mato Grosso, Brasil. E no contexto Geológico está a oeste da Província Tocantins, com o Sul do Cratón Amazônico. Por esta área possuir depósitos auríferos de Cangas que compreendem cavas de direção NW – SE na porção interna da faixa Paraguaia a aproximadamente 80 km do sudoeste de Cuiabá/MT e estar próxima a garimpos em exploração e ainda ter vegetação nativa preservada, foi considerado o local ideal para coleta de

amostras e reforçar a escolha por representar risco de contaminação posterior causada pela grande movimentação de solo e rocha próxima às áreas de garimpos.

Quanto à escolha da espécie se deu porque é de ampla ocorrência nesta região e absorver elementos necessários a sua sobrevivência juntamente com partículas de contaminantes e metais essenciais para seu crescimento que ficam em suas raízes e folhas com agregação de sílica que é encontrada na planta demonstra que é uma espécie muito evoluída e que o ouro entra como uma impureza na planta como descreve Folheto et al. (2005).

A *C. americana* é uma planta predominante do cerrado que pode ser utilizada por pesquisadores para detectar a presença de ouro e possui uma distribuição homogênea em todo Estado de Mato Grosso com grande potencial em absorver partículas de ouro em regiões próximas de depósitos auríferos.

Através deste estudo pode-se facilitar o processo de detecção de ouro em locais sem escavações. Assim esta metodologia pode gerar resultados positivos e se tornar uma ferramenta de interesse para mineradores que pode ser utilizada na delimitação de áreas de ocorrência de concentração de ouro, em qualquer região onde a *C. americana* possa ser amostrada.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

A pesquisa desenvolvida teve como problemática testar a *Curatella americana* L. para delimitar áreas de ocorrência de ouro na Baixada Cuiabana e investigar a possibilidade da utilização da mesma em regiões auríferas a fim de utilizá-la como delimitadora em áreas auríferas para entender o comportamento biogeoquímico do ouro analisando-se as folhas desta espécie vegetal.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a capacidade da *Curatella Americana* L. em atuar como absorvedor de espécies metálicas como o ouro;
- Verificar o poder de absorção da *Curatella Americana* L e estabelecer uma relação entre as performances da área de Cangas/MT para este metal, comparando as quantidades encontradas com o local estudado.

CAPITULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Histórico

O ouro sempre despertou interesse do homem desde a era pré-histórica até os tempos atuais, em função de sua beleza, maleabilidade e principalmente valor econômico. A procura deste metal abriu nossas fronteiras ultrapassando o território colonial (FAGUNDES et al., 1999).

A História do ouro no Estado de Mato Grosso deu início a importantes fatos ocorridos no passado. Como por exemplo, em 1719, com a descoberta de enormes jazidas de ouro, nas margens do Rio Cuiabá, pelo bandeirante Pascoal Moreira Cabral Leme, iniciou-se a corrida pelo ouro, fato que ajudou povoar a cidade (SIQUEIRA, 2002).

Os bandeirantes paulistas, adentrando ao interior da Colônia, rumaram para o oeste com o propósito de capturar índios para serem empregados como mão-de-obra escrava, descobrindo ouro em Mato Grosso que era até então uma extensão territorial ligada à capitania de São Paulo, dando assim início ao primeiro ciclo do ouro no século XVIII (PINHO et al., 1998).

A mineração de ouro, seguido pela exploração do diamante sempre foram alvos de exploradores, que migraram para o estado e fundou a cidade de Cuiabá, atual capital de Mato Grosso e várzea Grande separadas pelo Rio Cuiabá. No século XVIII, por volta de 1722, a exploração deste metal se intensificou com a descoberta de novas lavras que foram denominadas de Lavras do Sutil, rica jazida encontrada nas proximidades do córrego denominado Prainha e da Colina do Rosário, locais estes considerados hoje, como componentes do centro histórico (SIQUEIRA, 2002).

Outros prospectos, como depósitos se desenvolveram nos arredores da cidade, mas com o mesmo contexto geológico, como Poconé, Cangas, Abdala e Fazenda Salina. (PINHO et al., 1998; FERNANDES, 2000; SANTOS et al., 2001; SILVA et al., 2006). Dentre eles o mais importante, por está em atividade, são as que marcaram o surgimento da cidade de Poconé (SIQUEIRA, 2002).

A província aurífera Cuiabá–Poconé é conhecida desde o século XVIII, ainda no primeiro ciclo do ouro no Brasil, quando os bandeirantes descobriram grandes depósitos auríferos na região de Cuiabá (ABREU et al., 2002; SILVA et al., 2002).

Segundo SCHOBENHAUS FILHO et al. (1875), em 16 de janeiro 1817, foi criada, através de uma Carta Régia, a Companhia de Mineração de Cuiabá para a lavra das aluviões da região. Nessa carta autorizava o representante real explorar a pesquisa de ferro e sal, assim como a instalação de fábricas de fundição (LACERDA FILHO, 2004).

A região de Poconé representa um importante distrito aurífero para o Estado de Mato Grosso e está inserida numa seqüência metassedimentar neoproterozóica que compõe as rochas do Grupo Cuiabá. Nesta província o ouro está associado a sistema de veios de quartzo e disseminações nos metarenitos, filitos, metadiamictitos, mármore e metassilitos do Grupo Cuiabá, zona de intensa faixa de dobramento Paraguai (LACERDA FILHO, 2004).

No período de 1980 a 1995, marcados pelo auge da exploração do ouro e melhora do controle da produção de ouro no município, observou-se que eram explorados cerca de 30 toneladas de ouro segundo dados oficiais do Instituto Brasileiro de Georeferenciamento e Estatística – IBGE (1992) segundo Lacerda Filho (2004).

Sob o ponto de vista econômico, cabe ressaltar que os veios de quartzo mineralizados vêm sendo explorados até hoje por varias empresas garimpeiras na região do município de Poconé. Ao realizar pesquisas com exploradores, observam-se, escavações realizadas aleatoriamente, sem nenhuma técnica de exploração, resultando em aumento de custos e sérios danos ao meio ambiente (LACERDA FILHO, 2004).

De acordo com trabalhos mais recentes, como os citados por Martinelli et al.(1997) e Silva et al.(1974-1999) caracterizaram estruturalmente as mineralizações auríferas da região do município de Poconé, no entanto apenas aspectos geométricos foram enfatizados, e raramente outra ferramenta para melhor caracterizar o minério foi utilizada, tais como o estudo da gênese, dos fluidos mineralizados e correlações dos depósitos com os eventos

metamórficos regionais, salvo raras exceções como os estudos realizados por Alvarenga et al.(1984-1985-1988 e 1990).

Com relação aos aspectos estruturais, também são várias as interpretações, as quais são sintetizadas a seguir. Alvarenga e Trompette (1993) descrevem que quatro fases deformacionais estão registradas nas rochas da Faixa Paraguai, sendo três coaxiais entre si, e uma quarta fase ortogonal que estão de acordo com a região estudada.

De acordo com os argumentos dos autores supracitados, se tem base para o desenvolvimento da prospecção na região (IGM, 2000).

2.1.1. História Local

As origens da região de Poconé remontam ao final do século XVIII, 1777, com a descoberta de ouro. O primeiro nome do lugar foi Beri poconé, em referência a tribo indígena que habitavam na região. (POCONÉ *online*, 2003-2012).

A 21 de janeiro de 1781, o mestre de campo Antonio José Pinto de Figueiredo, a mando do governador da Capitania, Capitão-General Luíz de Albuquerque de Mello Pereira e Cáceres, lavrou a Ata de fundação do Arraial de São Pedro d'El Rey, e não Arraial de Beripoconé, por ser este nome gentílico e bárbaro, e derivar-se do gentio, que habitou nesta localidade.

O decreto geral do governo regencial, 25 de outubro de 1831, criou o município, com a denominação de Villa de Poconé, voltando o nome antigo, pouco modificado, que era Beripoconé. Neste decreto, ocorreu pela primeira vez a designação de limites em ato de criação de município em Mato Grosso. A 01 de junho de 1863, através da lei Provincial, o município de Poconé recebeu foro de cidade (POCONÉ *online*, 2003-2012).

2.2. Contexto Geológico e Regional

Quanto ao contexto Geológico e Regional este capítulo traz referências do Grupo Cuiabá, como um todo, e não apenas no segmento crustal que ocorre nas imediações da cidade de Poconé, MT (Figura 1). Desta forma se faz necessário um entendimento global sobre esta unidade, embora a pesquisa aborde uma área relativamente pequena.

As rochas do Grupo Cuiabá sempre despertaram interesse científico. A primeira observação que se tem pertence ao Conde Francis de Castelnal que levou outros estudiosos a despertarem suas curiosidades por esta região e suas rochas e assim buscar estudá-las definindo-as de *Cuyaba Slates* (Obras Públicas, 1999). É importante ressaltar que as considerações aqui expostas, iram procurar traduzir o panorama do Arcabouço Geológico Regional.

Segundo Tokashiki (2008) o Grupo Cuiabá compreende uma espessa pilha metassedimentar acumulada na margem sudeste do Craton Amazônico e afetado pelo Ciclo Orogênico Brasileiro- *Pan-africano* (~600 Ma). Demonstrando em seus estudos afloramentos em perfis regionais, minas abertas para exploração de ouro e furos de sondagem no Alinhamento Cangas-Poconé.

O Grupo Cuiabá é constituído por metassedimentos clásticos com pequena contribuição química e vulcânica, afetado por várias fases de deformações e metamorfozadas na fácies xistos verde. Segundo Hennies (1966), a geologia da baixada cuiabana é constituída por metamórficos do Grupo Cuiabá, por coberturas detrito-lateríticas e pela Formação Pantanal. O Grupo Cuiabá faz parte da Faixa Paraguaia do Proterozóico superior e engloba metaconglomerados, filitos, microconglomeráticos, metarenitos, filitos sericíticos, filitos carbonosos, metamargas, lentes de mármore calcítico e dolomítico (LUZ et al.(1980), em mapeamento de semi-detelhe, 1:150.00).

Foi distinguido e posicionado estratigraficamente o conjunto de rochas do Grupo Cuiabá em oito subunidades litológicas de formação e deposição de ambiente marinho. O metamorfismo que afetou as rochas do grupo Cuiabá foi de fácies de xisto-verde.

Já Almeida (1964) *apud* Barros et al.(1982) sugere o termo baixada cuiabana, para designar a área rebaixada, compreendida entre o Planalto dos Guimarães a província Serrana e o Pantanal Mato-Grossense, cuja topografia apresenta um relevo modelado de norte ao Sul.

A Faixa paraguaia definida por Almeida (1984); e posteriormente por Alvarenga et al. (2004) constitui um cinturão de dobramentos de destaque na região central do continente sul-americano, bordejando o leste-sudeste Cráton Amazônico e o leste do Bloco Rio Apa.

EVANS (1894) fez a primeira publicação sobre a Faixa Paraguai, onde descreveu as rochas sedimentares dobradas no setor norte do cinturão. Mas tarde, importantes contribuições sobre os aspectos tectônicos da Faixa Paraguai, foram registrados por Alvarenga e Trompette (1993) e Trompette (1994).

No Grupo Cuiabá a unidade da cobertura detrítico- laterítica que a recobre teve sua origem nos processos de aplainamento de seu próprio relevo, durante os períodos Terciários e Quaternários. A Formação Pantanal consiste de sedimentos quaternários inconsolidados de natureza areno-argilosas, siltíco-argilosa, arenosa (areia média e conglomerática) e aluviões do interflúvio (SILVA et al., 2003).

O alvo deste estudo situa-se n província Tocantins. Pertence a faixa de dobramento Paraguai-Araguai, que durante o Proterozóico superior se desenvolveu á borda oriental do Cráton Amazônico (ALVARENGA e TROMPETTE, 1993).

2.3. Cronoestratigrafia

A cronoestratigrafia foi feita tomando por base os trabalhos publicados na região do Estado de Mato Grosso.

Na região de Cangas-Poconé o Grupo Cuiabá está representado pelas subunidades 3, 4 e 5 (Luz et al. 1980), Fácies Intermediária da Unidade Média

Turbidítica Glácio-marinha de Alvarenga (1988) ou Formação Acorizal (ALMEIDA, 1964).

Segundo TOKASHIKI (2008) a formação Acorizal corresponde à às subunidades 3, 4 e 5 de LUZ et al. (1980), consistindo de meta-ritmitos em diferentes escalas associados a diamictitos. Por sua importância econômica foi individualizada uma associação de fácies sedimentares na porção intermediária da Formação Acorizal, denominada Fácies Cangas (Figura 1).

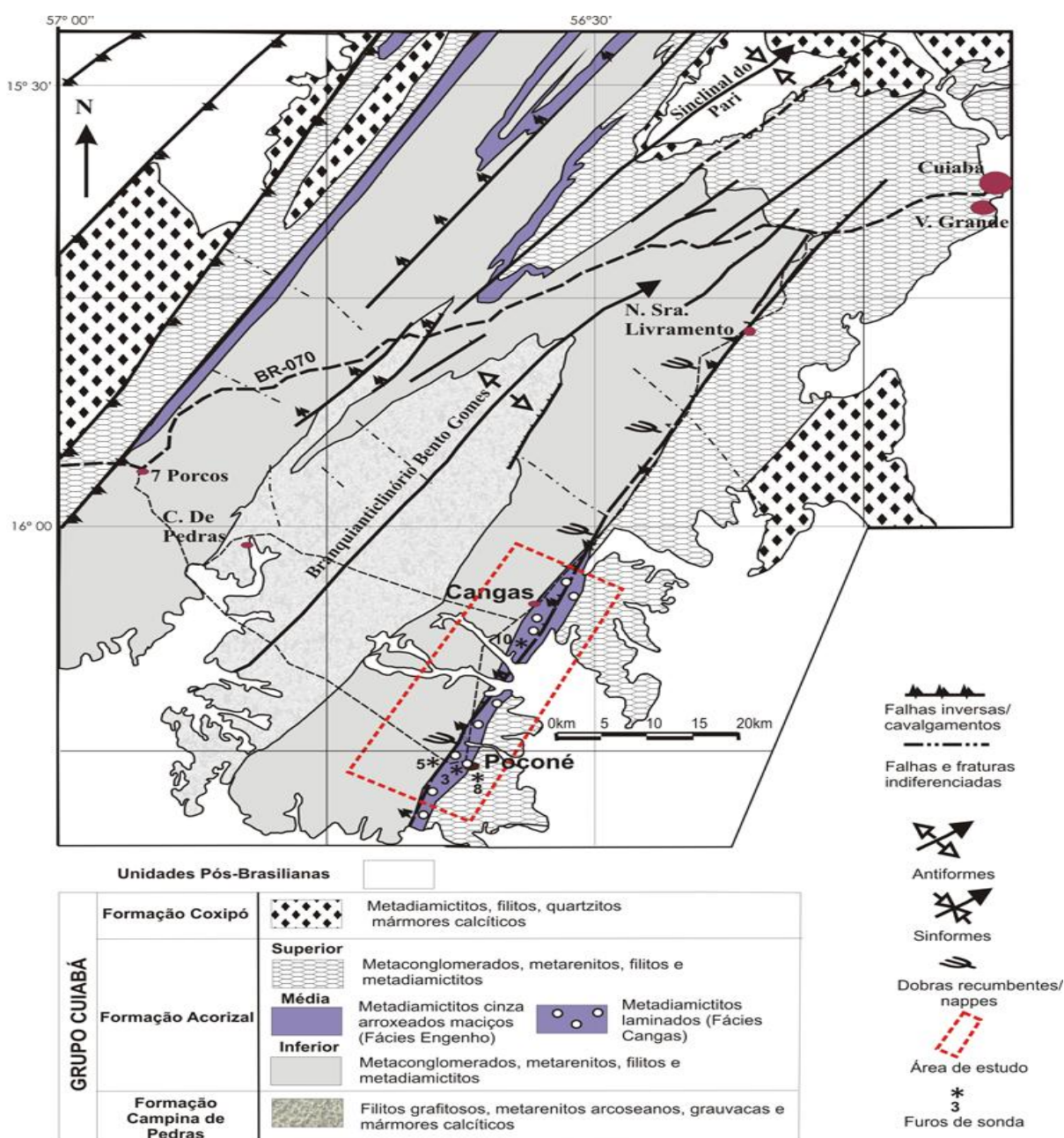


Figura 1-Esboço geológico de parte da Baixada Cuiabana, destacando a área do alinhamento Cangas - Poconé (adaptado de LUZ et al., 1980 e ALVARENGA, 1988).

2.4. Aspectos geográficos, sócio-econômico da região do distrito de Cangas Município de Poconé

2.4.1. Localização, extensão territorial e limites geográficos

Poconé se localiza a 100 km a sudoeste de Cuiabá, nos limites da borda N–NC do Pantanal Mato-Grossense com a unidade geomorfológica da baixada Cuiabana. A localização Mesorregião 130, Microrregião 535 - Alto Pantanal. Centro–sul de Mato Grosso. A extensão territorial é de 17, 261 km² 17.126,38 km² (Município Localiza-se a uma latitude 16°15'24" sul e a uma longitude 56°37'22" oeste, estando a uma altitude de aproximadamente 142 metros (IBGE, 1992).

2.4.2. População

Segundos dados do IBGE, sua população estimada em 2007, era de 31.118 habitantes, visto que a população formou esta cidade com bases de garimpos, na busca pelo ouro como Cuiabá, a Capital de Mato Grosso.

2.4.3. Vegetação

A vegetação regional predominante compreende as sub formações savânicas, savana florestada (popularmente denominada cerradão), savana arborizada (cerrado ou cerrado aberto), savana gramíneo-lenhosa (campo úmido ou “largo”), onde a savana parque (campo de murundus) apresenta-se sem floresta de galerias, que quase sempre ocorre intercalada com outras fisionomias savânicas (SILVA, 2010). Ocorrem, também, floresta estacional semi decidual e floresta sempre verde sazonalmente inundável. (SILVA, 2006).

De acordo com Almeida (1998) *apud* ALmeida et al. (2000) essa região está inserida em um contexto geográfico estratégico estando “entre três

grandes regiões fitogeográficas, o Cerrado, o Chaco e a Floresta Amazônica, que coincide com a faixa transacional entre a Depressão Cuiabana e a Planície do Pantanal Mato-Grossense”, que compõe a base regional, com muitas bacias hidrográficas que correspondem a Planaltos dos Guimarães- Alcantilados e dos Parecis.

Assim, o mapa de vegetação e uso do solo da região de Poconé, que compreende a zona urbana e entorno dessa cidade, com área de 14.275,37 ha, faz parte do Plano Diretor de Mineração de Poconé, dentro do sub-componente B2-“Regularização e racionalização de atividades mineradoras do Projeto PRODEAGRO-FEMA/MT” (Figura 2).

A base cartográfica utilizada correspondeu ao ajuste do mosaico fotográfico a Folha SE. 21-X-A-I Poconé da Região Centro-Oeste do Brasil - do Ministério do Exército - Diretoria de Serviço Geográfico, na escala de 1:100.000, ano de 1976.

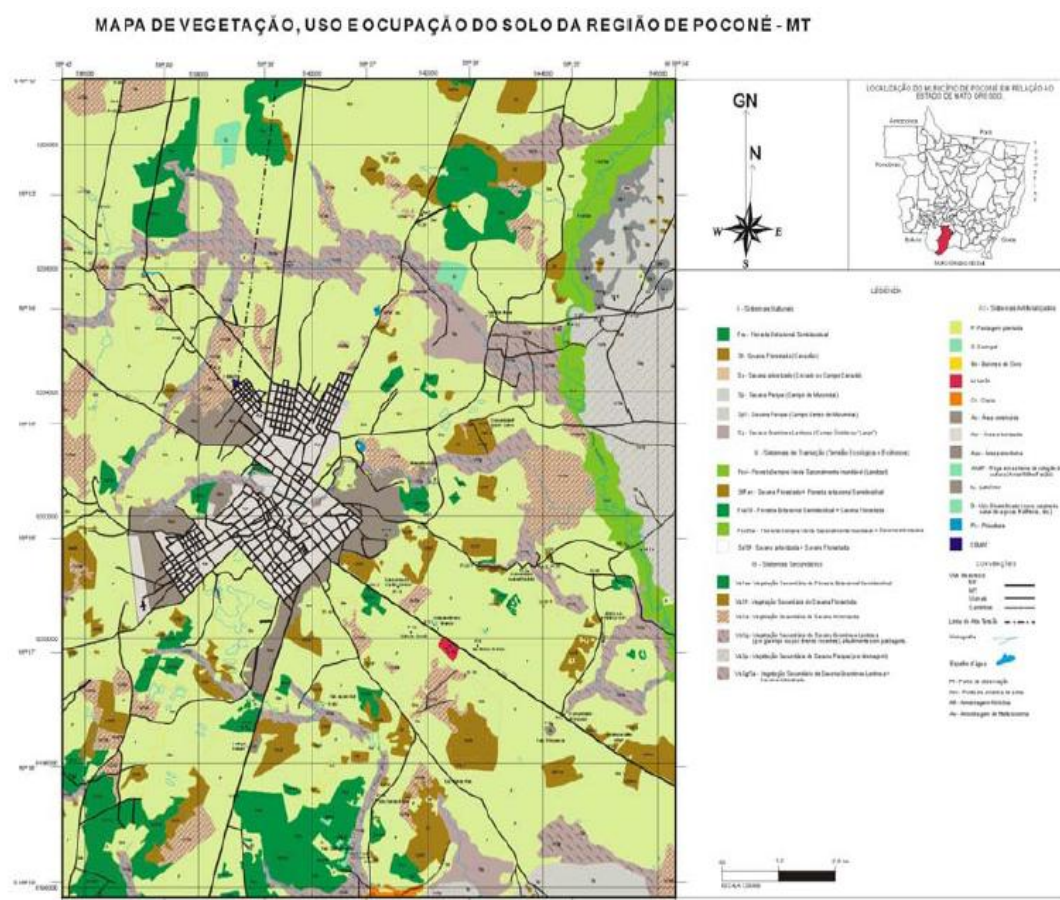


Figura 2- Mapa de vegetação e uso do solo da região de Poconé, MT, escala 1:20.000.

2.4.4. Solo

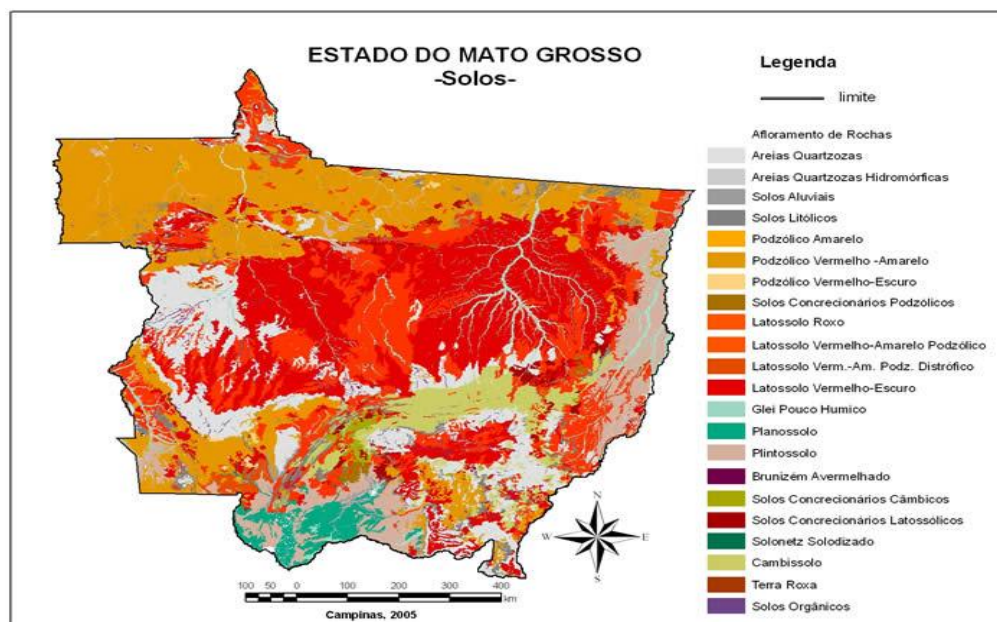


Figura 3. Mapa de solos do Estado do Mato Grosso. (Fonte: qmdmt.cnpm.embrapa.br).

Os solos predominantes na Região de Cangas – Poconé, MT (Figura 3), são do tipo latossólicos, Latossolo Vermelho-Escuro eutrófico, eutrófico, distrófico; Latossolo Vermelho-Amarelo, eutrófico, álico e endopetroplântico; Plintossolos endoeutrófico, epiálico, álico; Hidromórficos, Glei pouco húmico eutrófico, endopetroplântico endoálico, álico e Litólicos distrófico, endoálico e álico (ALMEIDA et al., 2000).

2.4.5. Hidrografia

Na região de Cangas – Poconé, (MT – BR) localizam-se as Bacias hidrográficas: Grande Bacia da Prata. Para esta bacia contribuem as bacias dos rios Paraguai e Cuiabá (ALMEIDA, 2000).

A região é drenada por rios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paraguai e é uma das áreas fonte de água e sedimento para o Pantanal Mato-Grossense, considerada uma das mais importantes reservas ecológicas do

planeta. Seu clima é do tipo tropical úmido e as chuvas são mais freqüentes de novembro a março, época em que ocorre a inundação da planura (SILVA e CÂMARA, 2000).

2.4.6. Relevo

O relevo da região de Cangas – Poconé (MT) pertence à província serrana e Pantanal mato-grossense. Compreendem a Serra das Araras, Morro Cortado, Cordilheiras Pantaneiras (SILVA et al., 2003).

Formado por duas partes distintas: Chapada, região de terras firmes mais elevadas não sujeitas às alagações sazonais e que ocupa 30 % de sua área. Com planície de aluvião apresenta gradiente suave e sendo periodicamente inundada representa a maior parte do pantanal (SILVA et al., 2003).

2.4.7. Clima

O clima da região de Cangas – Poconé (MT) é do tipo tropical quente e subsumido. Apresenta precipitação média anual de 1.500 mm, com intensidade máxima nos meses dezembro, janeiro e fevereiro. Temperatura média anual de 24°C, maior máxima 42°C, e menor mínima 4 °C (MOREIRA e SILVA, 2004).

Outubro o mês mais quente, com média das temperaturas máximas de 34,08°C, e julho, o mês mais frio, com média das temperaturas mínimas de 16,58°C O regime das chuvas é tropical, com duas estações bem definidas, uma chuvosa, de outubro a abril, e outra seca, de maio a setembro, com precipitação mínima de 10,84 mm (MOREIRA e SILVA, 2004).

Os meses mais secos correspondem a julho e agosto. A média anual é de 1.384,33 mm (MOREIRA e SILVA, 2004).

2.4.8. Economia

A base econômica da Região de Canga – Poconé / MT é principalmente a atividade Pecuária, sendo destaque em todos os Estados Brasileiros, por ter famosos cavalos pantaneiros. Caracterizada como sendo as principais atividades econômicas da cidade, a pecuária intensiva, o turismo ecológico e o extrativismo mineral.

Há exploração de pontos turísticos da cidade são o Porto Cercado, a Estância Ecológica SESC - Pantanal, e o Porto Jofre. A pecuária intensiva é praticada tradicionalmente na região pantaneira, aproveitando-se as pastagens nativas. O turismo ecológico traz divisas ao município, principalmente através da rodovia Transpantaneira, onde proliferam pousadas, hotéis entre idas e vindas de caminhonetes, abarrotados de turistas, normalmente estrangeiros, que apreciam a flora e a fauna encontrada no município de Poconé. A agricultura é de subsistência e destaca-se o extrativismo mineral. Toda a fonte de dados sobre economia foi retirada de: Mato Grosso e Seus Municípios (2008-2010).

2.5. *Curatella americana* L. (Dilleniaceae)

Curatella americana L. (Figura 4) é uma *Dilleniaceae* é uma árvore ou arbusto tortuoso que mede de 1 a 12 metros de altura. Planta angiosperma. Aflora nos meses de Julho a Novembro. Sua folha é tão dura e áspera que parece lixa, pelo que é também conhecida como lixeira. Casca grossa acinzentada que se desprege em placas. As folhas são alternas, ovuladas, com até 26 cm de comprimento, suavemente torcidas, quebradiças, de cor verde-claro e superfície muito áspera (CARVALHO, 2007).

As inflorescências são curtas, contendo de 10 a 20 flores pequenas (ca 5mm) de cor amarelo-pálido. Os frutos são secos (tipo cápsula septicida) de cor cinza. Abrem espontaneamente (deiscentes) expondo 3 a 5 sementes castanhas cobertas por uma estrutura carnosa (arilo) de cor branca que contrasta com a coloração interna do fruto que é avermelhada (1). E apresenta

copa globosa. Folhas alternas, ovaladas, coriáceas e muito ásperas, caducifólia. Inflorescência com flores de pétalas alvas. Fruto núcula dímera, com cálice persistente. Ocorre nos cerrados e cerradões. Floresce entre agosto e outubro, frutificando de dezembro a janeiro. A árvore é muito ornamental, podendo ser utilizada com sucesso no paisagismo urbano, entretanto, tem crescimento lento. Seus frutos são muito apreciados pela fauna em geral, em especial pela avifauna. Sua madeira é muito resistente quando exposta às condições naturais. A casca, rica em tanino, tem propriedade cicatrizante e também empregada para curtimento de couros. A madeira é utilizada na marcenaria, torno e carpintaria. É considerada uma excelente planta apícola (CARVALHO, 2007).

No Brasil, o grupo está representado por cinco gêneros e cerca de 40 espécies. O gênero *Curatella* com apenas um representante, *Curatella americana* L., característico das savanas Neotropicais, ocorre do sul do México até a Bolívia e São Paulo, no Brasil. Davilla Vendl, um dos gêneros mais diversificados desta família com cerca de 30 espécies Neotropicais de lianas, arbustos eretos ou escandentes, distribuídas desde o leste do México, até Bolívia e Paraguai, com centro de diversidade no nordeste brasileiro. (PEREIRA e GOMES-KLEIN, 2007).



Figura 4. Espécie *Curatella americana* L. na área de coleta em Cangas-MT.
Foto: AUTOR.

Outra técnica mais eficiente para observação mais precisa da epiderme foliar e estômato da *Curatella americana* foi feita por Castro (2011), é a microscopia eletrônica que é utilizada na tentativa de se mapear crescimento de partículas de ouro em diferentes partes da *C. americana*, assim sendo analisadas amostras de folhas (Figura 5).

A folha pode ser usada como politriz, devido a sua alta tensão de cisalhamento. Têm propriedades medicinais contra artrite, diabetes, pressão alta, e a flor, contra tosse, bronquite e resfriado. A casca é indicada, na terapêutica popular, em casos de dor-de-cabeça, sinusite e enxaqueca também possui propriedades adstringentes da casca, por seu teor de tanino, indicam seu uso no curtimento de couros. (SILVA JÚNIOR, 2005)

Na medicina veterinária a casca é utilizada para cicatrização de feridas e úlceras. Raiz, para dores pulmonares e as flores para resfriados. Na medicina veterinária, a casca é usada para cicatrização de feridas e úlceras (1,3). É utilizada no paisagismo, quando em floração atrai grande quantidade de abelha (ALMEIDA et al., 1998).

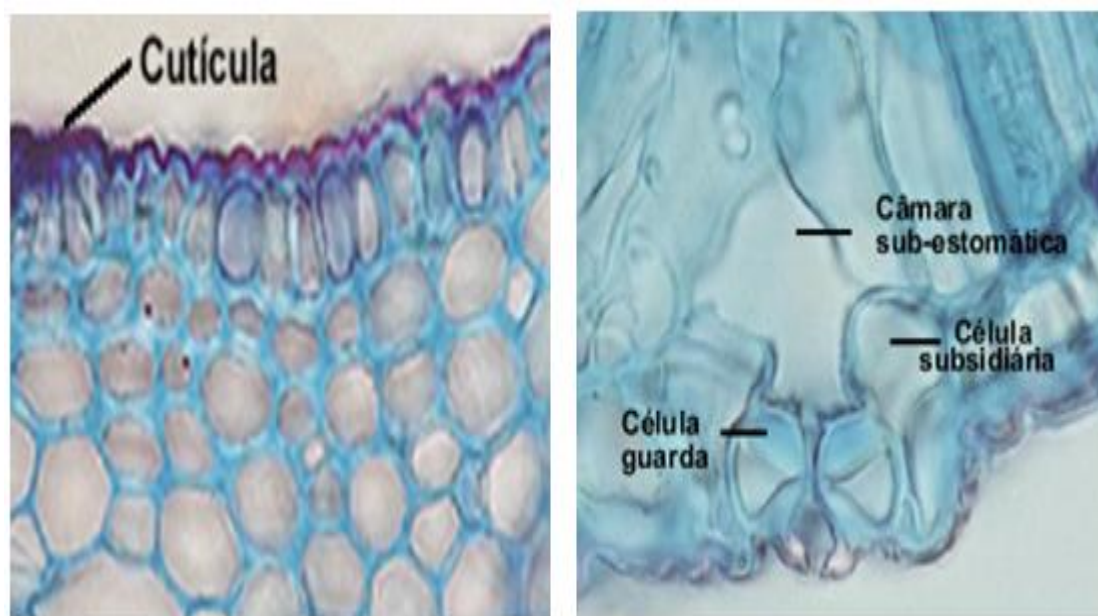


Figura 5. Detalhe da epiderme foliar e estômato de *Curatella americana* L observado em corte Transversal. Foto de Castro e Oliveira (CASTRO, 2011).

2.6. Distribuição e Utilização

Por se uma espécie amazônica de grande dispersão é encontrada do México ao estado de São Paulo. Com predominância em áreas do cerrado e de ampla ocorrência na região e no país. Todos os órgãos vegetativos da planta são de importante utilização (SILVA JÚNIOR, 2005).

O fruto serve de alimento para aves, em função do arilo nutritivo são muito procuradas e consumidas por pássaros. É uma apícola importante. Sua madeira é pesada e compacta e é escura com fibras brilhantes e duráveis, sendo utilizada em obras internas, marcenaria, carpintaria e serviços de torno (1,2). Madeireiro; Medicinal; Melífero; Ornamental; Tanífero, ideal para marcenaria, lenha e carvão (ALMEIDA et al., 1998).

2.7. Biogeoquímica

A Biogeoquímica é uma técnica de prospecção por meio das plantas e de baixo custo, que vem sendo empregada na prospecção. De depósitos geralmente inacessíveis. A Biogeoquímica é o método de prospecção baseado tanto na análise química, como na interpretação das variações morfológicas da vegetação (CUNHA, 1990). IGM (2000) define o método, como sendo o estudo da composição química das cinzas de vegetais.

Cunha (1990) define o método, como sendo o estudo da composição química das cinzas de vegetais. Dados obtidos por Fernandes (2004) assumem que a vegetação é importante para a exploração do ouro através de estudos Biogeoquímicos.

Segundo Medeiros et al. (2005) a aplicação do método biogeoquímico mostrou ser viável em ambientes tropicais tendo em vista que a planta *C. americana* demonstrou ser eficiente na absorção para ouro, concentrando até 11 vezes o valor de background para a região.

Os dados analíticos das cinzas das plantas comparados com aqueles obtidos nas amostras de solo permitem concluir que a prospecção

biogeoquímica, pode ser utilizada como meio de amostragem eficiente em substituição à prospecção geoquímica de solo.

2.8. Princípios da Biogeoquímica

Todos os vegetais absorvem nutrientes das camadas sub superficiais do solo através do seu sistema radicular, desta maneira eles possuem a propriedade de penetrar estas espessas camadas e até mesmo de atingir rochas subjacentes em busca de soluções nutritivas necessárias ao seu desenvolvimento (CASTRO, 2011).

A raiz, juntamente com o caule e as folhas, compõe a parte vegetativa das plantas, ou seja, aquela que não está envolvida na reprodução. Suas principais funções são a absorção de água e nutrientes e a fixação da planta no solo (CASTRO, 2011).

Desta forma ela seleciona apenas os nutrientes necessários a sua sobrevivência, mas, sabe-se que alguns vegetais absorvem além destes elementos, outros elementos químicos existentes no solo (CASTRO, 2011).

Esta característica encontrada nas plantas de absorver elementos do meio de modo seletivo permite a utilização da mesma para a prospecção biogeoquímica. A análise química no vegetal ocorrerá, no órgão vegetativo (raiz, caule, galhos ou folhas) de maior capacidade de absorção e acumulação. As partes do tecido vegetal que apresentar maior acumulação são selecionadas para a coleta sistemática de amostras (CASTRO, 2011).

As partes de maior acumulação do metal no tecido vegetal são queimadas, e suas cinzas utilizadas para obtenção dos resultados de concentração do metal na planta. Em vista desta particularidade, a vegetação é um fator importante na compartimentação biogeográfica da superfície terrestre, sendo utilizada como agente bioindicador (FERNANDES, 1999)

A escolha do órgão vegetativo se dá pela que permite melhor resultado. Nesse caso, na maioria das vezes são escolhidas as folhas pela facilidade de amostragem e também por acumularem mais metais. Entre elas, as que dão

melhor resultados, são as que estão situadas nas partes baixas dos vegetais, e apresentam idade superior a dois anos (FERNANDES, 1999).

Um dos princípios básicos da prospecção biogeoquímica recai sobre a capacidade do sistema radicular em abranger um volume considerável da subsuperfície do terreno (ALMEIDA et al, 1998).

Assim as raízes realizam constantes trocas biogeoquímicas com o solo, a planta não pode excluí-lo inteiramente, visto que a permeabilidade da membrana é finita. Deste modo, a composição mineral de suas cinzas reflete à peculiaridades químicas de seu ambiente. É importante ressaltar, que nem sempre aqueles elementos que são enriquecidos na planta necessariamente são abundantes no solo. Por vezes estas variações podem estar relacionadas a fatores ambientais que independem da existência de anomalias no solo (ALMEIDA et al., 1998).

O fator que determina o acúmulo de elemento pela planta é a sua disponibilidade no solo, água subterrânea, independe de sua concentração nestes meios. A absorção do ouro que ocorre na planta parece não implicar numa seletividade por parte das espécies. Esta acumulação também parece estar condicionada a outros fatores que influenciam nos processos, como, a química da rocha, e as características da mesma (associação mineral, tamanho dos grãos, etc.) e as espécies químicas, nas quais o ouro está relacionado (SILVA et al., 2002-2006).

2.9. O uso da biogeoquímica na exploração mineral

A *C. americana* é conhecida por boa parte da população brasileira, com predominância em áreas do cerrado, pode ser usada como farejador de ouro. A descoberta foi resultado de pesquisa realizada no departamento de Geologia da UFMT, pelo professor Carlos José Fernandes no ano de 1999.

A escolha da *C. americana* como agente detector consiste no fato de que a planta tem distribuição muito homogênea em todo Estado, principalmente no bioma cerrado. Também informa que o teor de sílica encontrado nas plantas indica que "ela é uma espécie não muito evoluída", não selecionando muitos

elementos quando faz a absorção do solo, entrando o ouro como uma impureza (FERNANDES, 1999, BRITO et al., 2002; ABREU et al., 2002).

2.10. Prospecção

Desde os primórdios da história da humanidade o homem vem prospectando os materiais de seu interesse, a princípio em busca dos sítios que contivessem os materiais líticos (sílex na idade da pedra), mas favoráveis para a confecção de suas ferramentas e armas, e posteriormente, com o advento das idades dos metais, em busca das concentrações metálicas.

Com o passar do tempo, e com conhecimento adquirido sobre os diversos tipos de depósitos de minerais econômicos existentes, as várias técnicas de prospecção desenvolvidas aprimoraram de tal forma, que o seu conjunto constituiu a prospecção mineral (IGM, 2000).

2.11. Prospecção por partes das plantas

Desde os primórdios da história da humanidade o homem vem utilizando técnicas de prospecção para retirar e selecionar os materiais de seu interesse.

Com o passar do tempo, e com conhecimento adquirido sobre os diversos tipos de depósitos de minerais econômicos existentes, as várias técnicas de prospectivas desenvolvidas aprimoraram de tal forma, que o seu conjunto constituiu a prospecção mineral (FERNANDES, 2000; FERNANDES *et al.*, 2004).

CAPITULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. O uso da *Curatella americana* L. na prospecção

Neste tópico serão apresentados as técnicas e métodos adotados para concretizar os objetivos propostos através de atividades de mapeamento da área, que ocorreram durante 05 dias, onde se escolheu a área de estudo a ser mapeada. O mapeamento ocorreu também através de foto satélite, imagem fornecida pelo SEMA-MT (Figura 8). A metodologia utilizada foi de natureza quantitativa.

3.2. Localização e vias de acesso

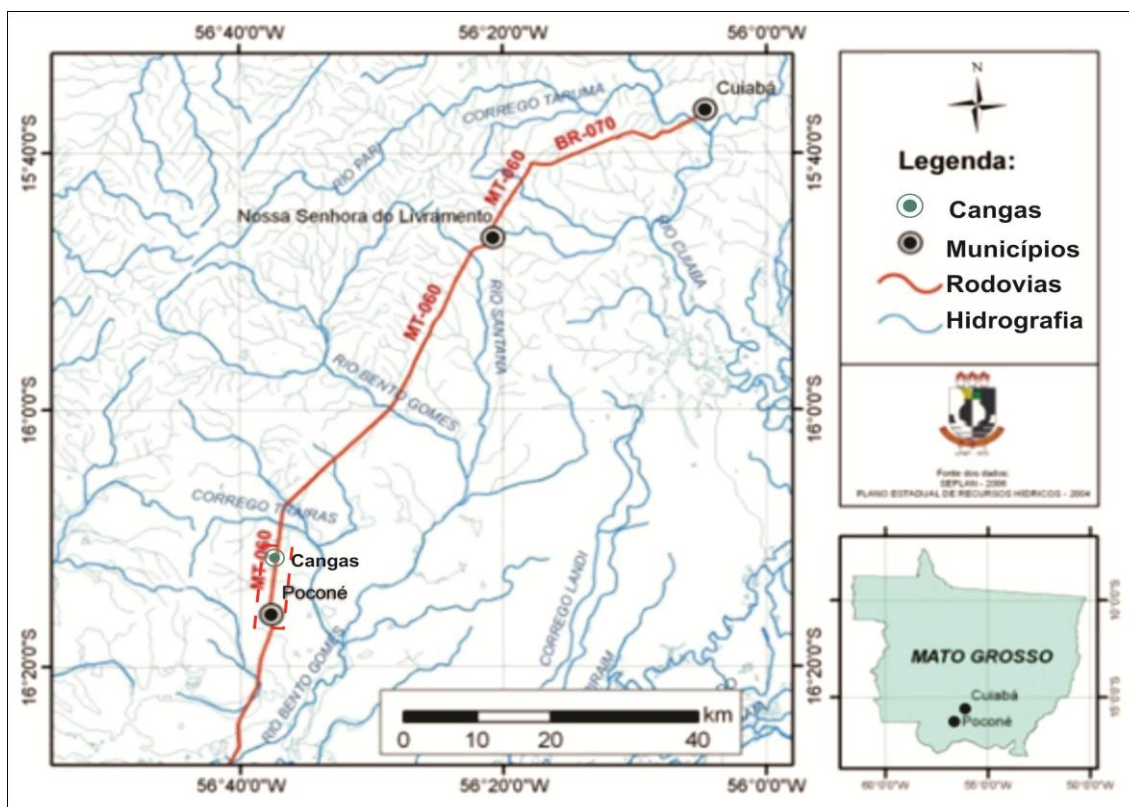


Figura 6. Mapa de localização do Distrito de Cangas Município de Poconé – MT. Imagem por satélite cedida pelo SEMA- MT

A região de estudo escolhida para coleta de amostras da planta *Curatella americana* L. localiza-se no Vilarejo de Cangas município de Poconé – MT/BR, a aproximadamente 80 km de Cuiabá (Figura 6).

O acesso se dá a partir da capital de Cuiabá, percorrendo um trecho pela MT 351 e passando para a BR 060 no sentido do município de Nossa Senhora do Livramento ao município de Poconé. Geograficamente na mesorregião 130 e na microrregião 535, alto pantanal centro sul de Mato Grosso.

3.3. Mapa do satélite com localização da área de coleta

Nos procedimentos de extração dos dados utilizou-se como parâmetro para interpretação a tonalidade, cor, textura, padrão, tamanho, forma, localização e associação das folhas, árvores e local da pesquisa (Figura 7).

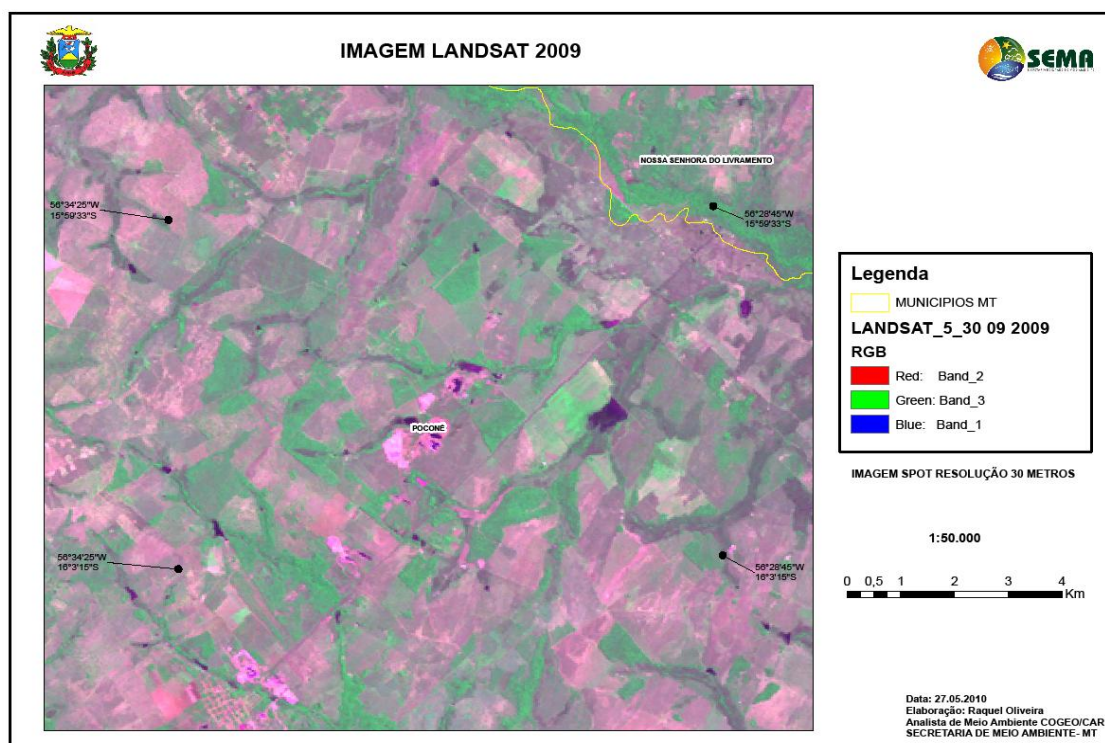


Figura 7. Imagem por satélite cedida pelo SEMA- MT. (LANDSAT ETM).

3.4. Amostragem

Quanto à amostragem, como a espécie *Curatella americana* L. nasce com relativa distribuição homogênea em todo estado foi de fácil identificação e ocorrência na área aurífera ao qual foram escolhidas espécies que se encontravam longe uma da outra com 100m²totalizando 19 amostras escolhidas e coletadas (Figura 8).

Procurou-se durante a coleta observar o tamanho das árvores e das folhas, foram coletadas folhas das árvores de mesmas características (Figura 9).

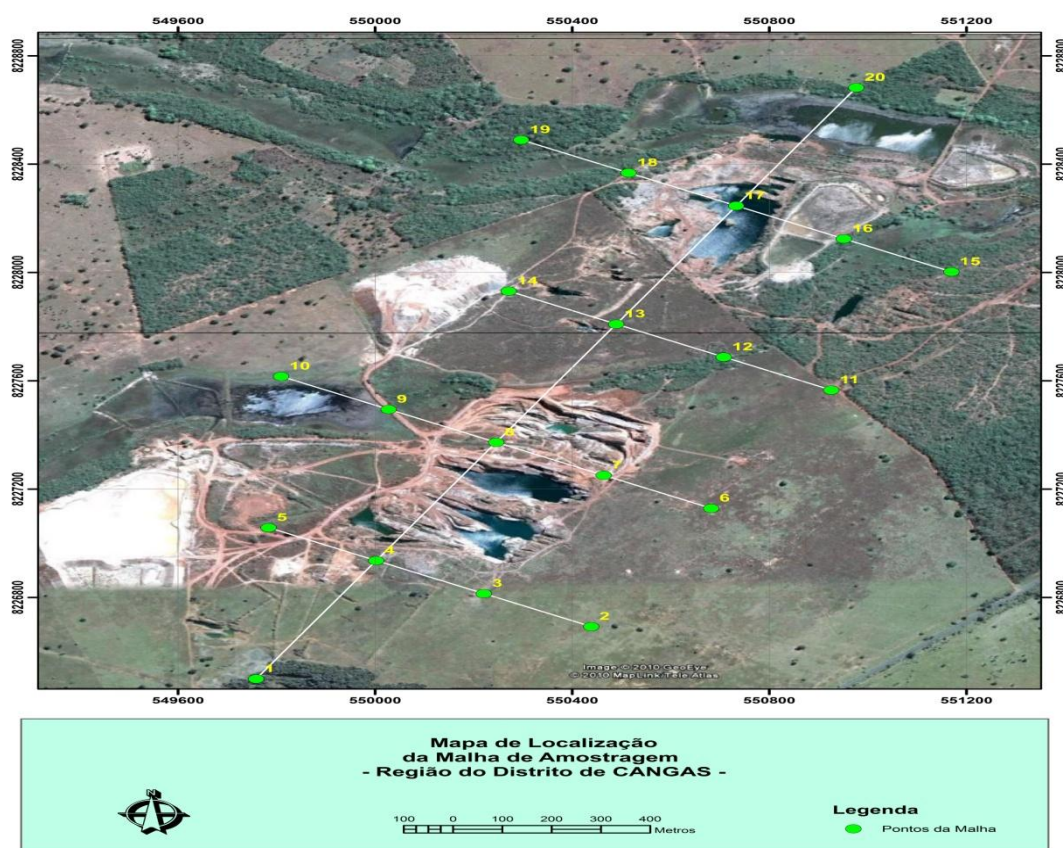


Figura 8. Imagem da região aurífera de Cangas - Poconé, destacando-se a orientação NE do Alinhamento Cangas Poconé.

As amostras coletadas passaram por um pré-tratamento lavagem com água destilada para retirar as impurezas que vieram do campo, secagem e desidratação a temperatura de 80°C em estufa para garantir a retirada de água

em excesso presentes nas folhas, em seguida foram moídas para mistura total das folhas de cada uma das árvores, sendo a amostra representativa de cada amostra de planta escolhida.



Figura 9. Coleta das folhas da lixeira (*Curatella americana* L.) na Região de Cangas - MT.

Em seguida as amostras foram submetidas à calcinação em Temperatura de 450°C utilizando mufla (Prolab, 200 Volts, 600 Watts) por um período de 8 horas pertencente ao Laboratório da Faculdade de Nutrição da Universidade de Mato Grosso do Laboratório de Bioquímica Educacional (Figura 10) para retirada da matéria orgânica presente na amostra.

As amostras depois de calcinadas foram enviadas em pequenas frações de 3,0 g de cinza vegetal para análises no ACTLAB – *Activation Laboratories*, Canadá, para analisar a quantidade de ouro em cada amostra, utilizando-se o método de análises por ICP-AES com padrão *Gold Blank Standard* a fim de se realizar através dos possíveis resultados encontrados uma correlação entre processos biogeoquímicos (Figura 11).



Figura 10. Foto da mufla utilizada para calcinação das amostras de folha da *Curatella americana* L. (FEN - UFMT).

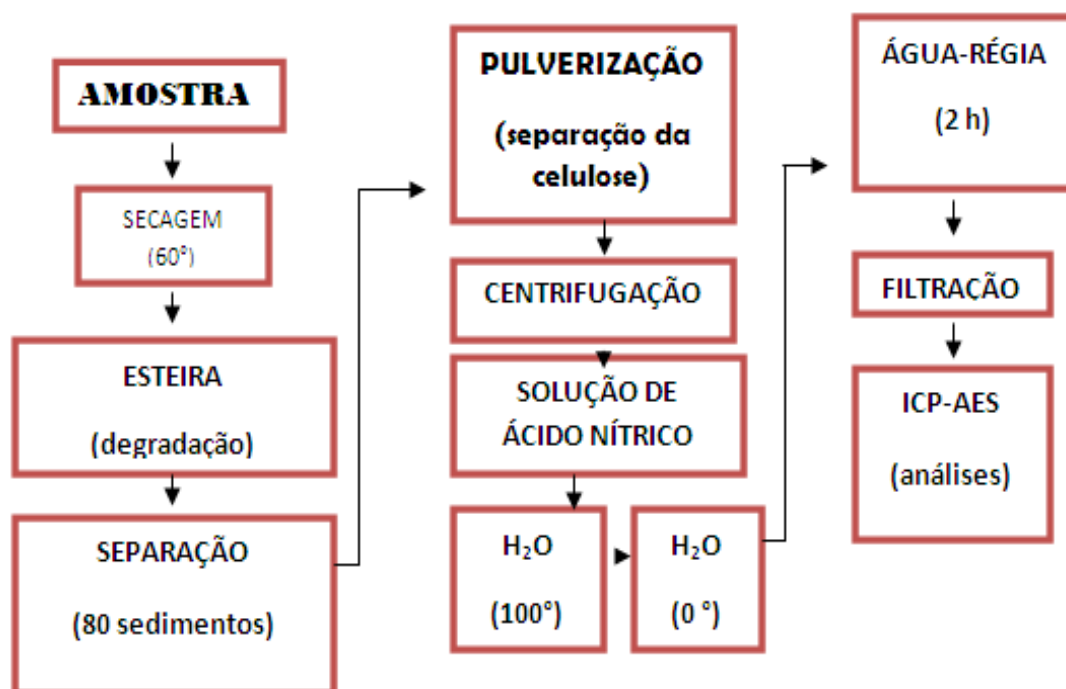


Figura 11. Fluxograma do processo analítico por ICP-AES.

Para tratamento de dados e construção de gráficos comparativos foram utilizados *softwares Excel*, para identificar anomalias de ouro na região estudada. Nas amostras, os elementos que apresentaram teores abaixo do limite de detecção foram Cs, Hf, Ag, Ir, Ni, Se, Ta, U, W e Tb, e por este motivo não foram considerados neste estudo.

CAPITULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa desenvolvida teve como problemática testar a *Curatella americana* L. para delimitar áreas de ocorrência de ouro na baixada Cuiabana, a qual corresponde com o relevo arrasado desenvolvidos sobre metamorfitos de baixo grau do Grupo Cuiabá.

Este relevo arrasado da baixada Cuiabana propiciou o desenvolvimento de expressiva cobertura detrítico – laterítica de idade terciária e quaternária de fundamental importância na definição de concentrações secundárias de ouro. Comisso foi propício a importantes remobilizações condicionadas a veios de quartzo e ao intemperismo laterítico resultam em jazimentos expressivos, resultantes de prolongadas e complexa evolução.

A partir da execução da pesquisa ao utilizar a *C. americana*, foi possível a determinação de áreas de ocorrência de concentração de ouro em depósitos secundários ou primários na região de Cangas- MT.

Primeiramente a metodologia de natureza quantitativa para as amostras demonstrou ótimo resultado para as cinzas das folhas da lixeira verificadas por ICP-AES.

O valor mínimo de Au observado na amostra de Nº 2 foi de 11,6 ppb e o máximo observado na amostra nº 18 foi de 751,5 ppb. A média aritmética para o Au na planta ficou em 164,7 ppb. Assim a amostra 18 é 64 vezes (751,5 ppb) maior que o valor do teor adotado como *background* de 11,6 ppb para o depósito estudado.

Ao se comparar o teor de ouro nas amostras 18, 9, 7 e 4 pode se verificar que as amostras $18 > 9 > 7 > 4$, ou seja, aumenta o teor de ouro encontrado a medida que há uma diminuição da distância da cava central de ouro no local de estudo. Assim, respectivamente obtiveram em ordem decrescente maior absorção de ouro devido à proximidade da cava do garimpo.

Verificou-se e calculou-se a media aritmética dos elementos Ag (ppb), Cu (ppm), Zn (ppm), Pb (ppm) e As (ppm), apresentando os valores 53,06, 29,06, 106,7, 3,96 e 0,52, respectivamente.

Realizou-se uma correlação matemática para comparação de valores entre os elementos Au, Ag, Cu, Pb, Zn e As pois estes apresentaram teores acima do limite de detecção.

Tabela 1. Correlação dos elementos Au, Ag, Cu, Pb e Zn.

Elementos correlacionados	Razão (r) (ppb)
Ag e Au	0,32
Pb e Cu	0,13
Cu e Zn	0,27
As e Cu	0,01
As e Pb	0,13

Entre os estudados não houve correlação relativa entre o elemento arsênio devido à sua razão apresentar teores de correlação muito desprezíveis, demonstrando que este não pode ser utilizado como guia prospectivo com apresentado na Tabela 1. Com esta correlação comprova-se também que o aumento do teor de Au nas cinzas da planta ocorre nas amostras de plantas situadas nas proximidades das cavas Sul e Norte do garimpo São Rafael e próximos ao rejeito.

Todos os resultados obtidos por ICP-AES para verificação de teores dos metais presentes nas amostras de cinza podem ser observados na Tabela 2.

Para melhor compreensão e comparação dos resultados citados acima foram construídos gráficos para demonstração da concentração dos teores dos elementos nas amostras analisadas encontrados (Figuras 12 a13).

Tabela 2- Resultados dos teores obtidos para a planta coletada na área de Cangas - MT. (I.S =insuficiente).

Amostras	Au (ppb)	Ag (ppb)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
1	131,7	47	34,99	7,72	105,2	1,4
2	11,6	6	10,06	3,54	53,8	0,2
3	88,5	22	28,80	3,03	100,5	0,4
4	106,8	36	62,06	3,34	162,6	0,8
5	105,5	40	19,25	2,58	102,5	0,8
6	152,6	35	34,53	2,54	102,1	0,8
7	243,0	117	43,63	5,76	131,9	1,0
8	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.
9	507,7	138	36,77	4,51	85,8	0,9
10	49,6	13	12,53	2,67	60,8	0,2
11	42,1	21	20,48	11,86	141,0	0,3
12	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.
13	82,8	42	15,71	2,27	51,2	0,3
14	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.
15	22,5	13	13,34	2,78	88,7	0,2
16	154,7	61	36,46	1,71	110,4	<0.1
17	20,2	10	25,63	1,84	147,7	<0.1
18	751,5	195	41,73	3,27	156,3	0,5
Teor mínimo de detecção	0,2	2	0,01	0,01	0,1	0,1
Média de Teores	164,72					
Background	184,97					

Quanto a concentração do teor de ouro nas 18 amostras coletadas na Região de Cangas (Figura 12) apresentou amostras com maior concentração as classificadas como 9 e 18, com 507,7 e 751,5 ppb a cada 0,2 gramas da amostra, respectivamente. Que ao se comparar com o Diagrama *sufer* pode-se notar que a localização dessas amostras fica próxima a cava de maior concentração de ouro, sendo assim, se no solo tem uma maior concentração de ouro, a planta vai adsorver mais esse metal que se encontra disponível em excesso para ela.

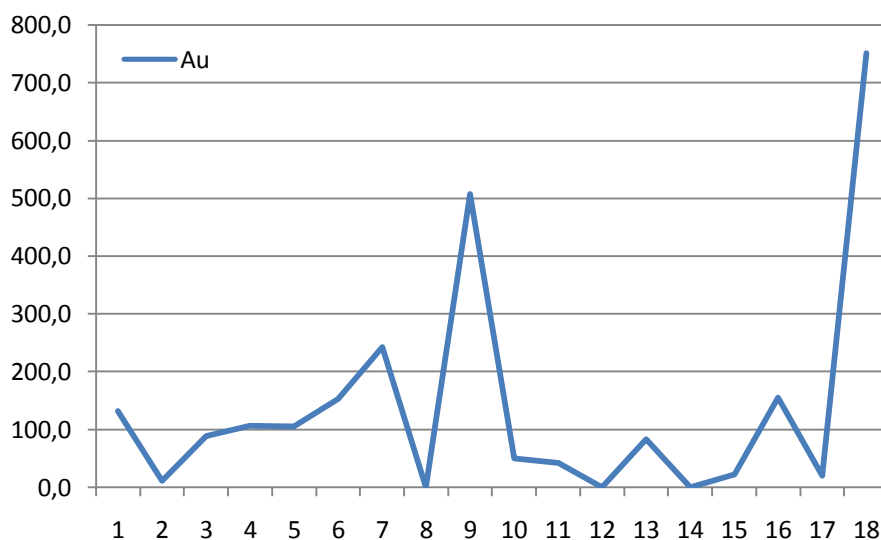


Figura 12. Gráfico apresentando a concentração de ouro (ppb) em 18 amostras de *Curatella americana* L..

Já a concentração do teor de Prata nas 19 amostras coletadas na Região de Cangas (Figura 13) as amostras com maior concentração foram a amostra 7, 9 e 18, com 117, 138 e 195 ppb a cada 0,2 gramas da amostra, respectivamente.

Assim também está associada ao teor a proximidade da cava, pois a prata maioria das vezes está associada mineralogicamente ao ouro.

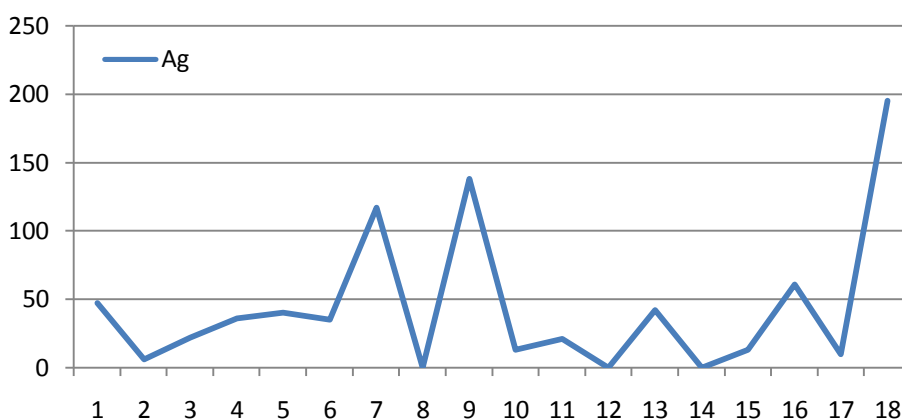


Figura 13. Gráfico apresentando a concentração de prata nas amostras de *Curatella americana* L. em estudo.

E a planta por sua vez também tem uma adsorção favorável a este metal que se encontra disponível para ela, podendo ser utilizado para retenção de nutrientes, e essa retenção é que a torna biológica e geoquimicamente favorável para a prospecção, pois se a *Curatella americana* L. apresenta um alto teor de certo metal, comparado a outras da mesma espécie e da mesma região, isso significa que naquele local o metal está em maior concentração.

Quanto ao teor de cobre nas amostras as 4, 7, 9, 16 e 18 observou-se maior teor deste metal verificado com 62,06, 43,63, 36,77, 36,46 e 41,73 ppm por cada 0,01 g de amostra, respectivamente (Figura 14).

Dessa forma pode-se notar que a biogeoquímica para o cobre não é muito favorável, pois apesar de ter-se notado uma grande porcentagem deste metal em todas as amostras não houve muita variância, demonstrando que esta planta em estudo não provaria que realmente naquele local teria mais ou menos material, sendo necessário utilizar outras técnicas de prospecção para se ter absoluta certeza.

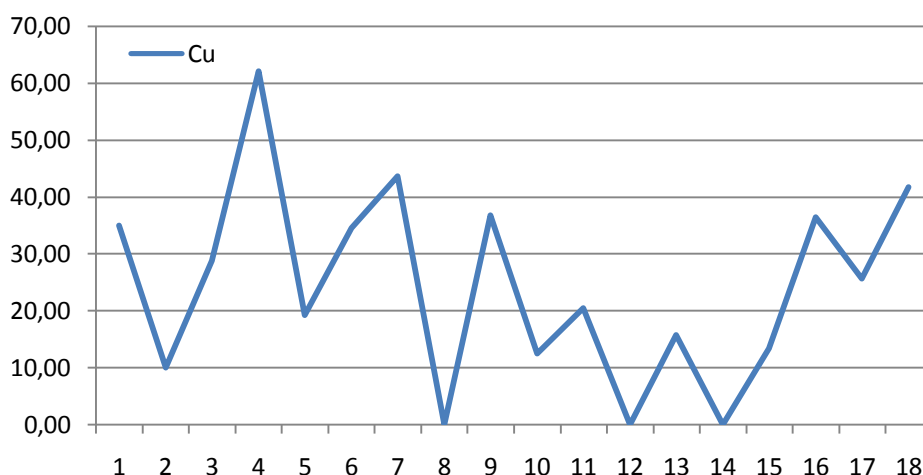


Figura 14. Gráfico apresentando a concentração de cobre nas amostras analisadas.

Quanto ao teor de chumbonas amostras através do gráfico pode-se averiguar que a amostra de número 11 foi a que mais demonstrou o teor deste metal (Figura 15).

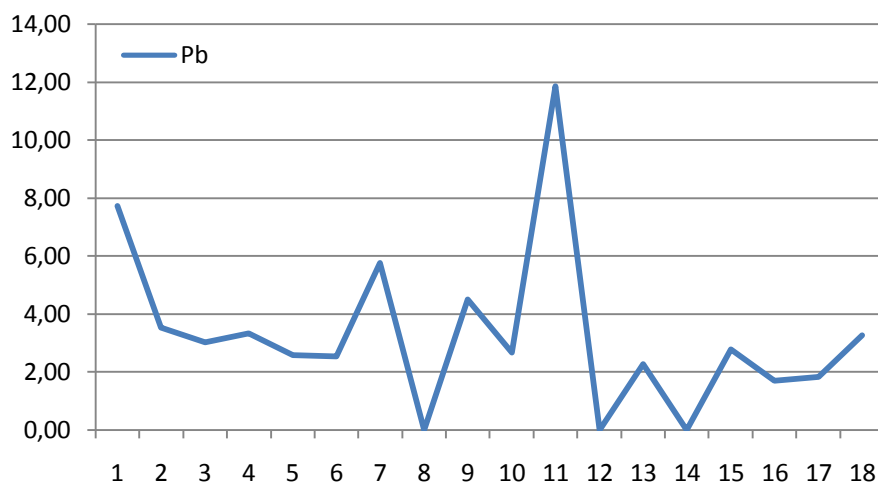


Figura 15. Gráfico apresentando a concentração de chumbo nas amostras analisadas.

Com 11,86 ppm por 0,01 grama da amostra da planta de chumbo. Sendo um valor relativamente baixo de adsorção deste metal por parte da planta quanto comparado ao cobre, isso mostra que a planta tem mais afinidade biogeoquímica com o cobre do que com o chumbo.

Podendo ser devido à dificuldade do chumbo com uma molécula maior que o cobre de se ligar as moléculas da planta ou ter menos percentual deste metal em discussão no solo.

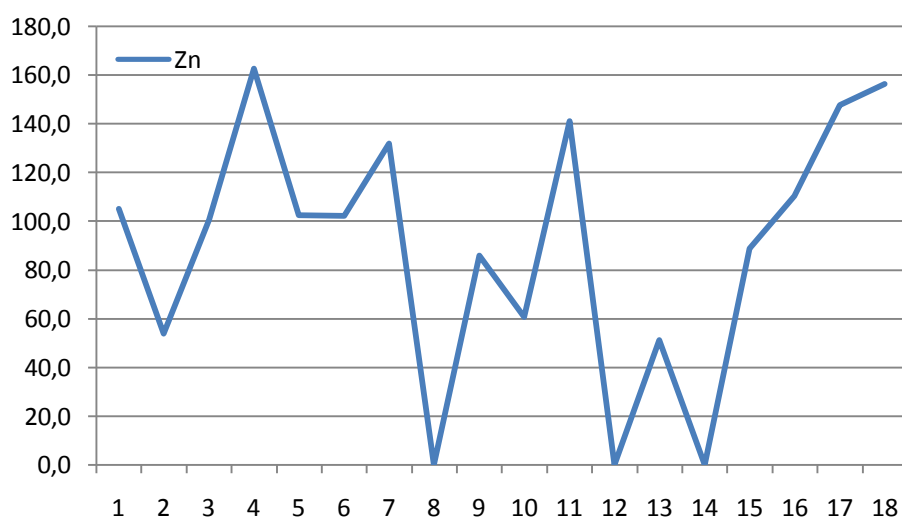


Figura 16. Gráfico apresentando a concentração do teor de zinco nas amostras analisadas.

Quanto ao teor de zinco (Figura 16) nas dezoito amostras estudadas, podemos compará-lo ao cobre, pois todas as amostras da planta apresentaram uma boa porcentagem deste metal, demonstrando que a planta tem uma afinidade com este metal adsorvendo-o em maioria das condições do meio estudado, com 105,0, 162,6, 131,9, 141,0, 147,7 e 156,3 ppm por 0,01 gramas de amostra, para as amostras 1, 4, 7, 11, 17 e 18 respectivamente.

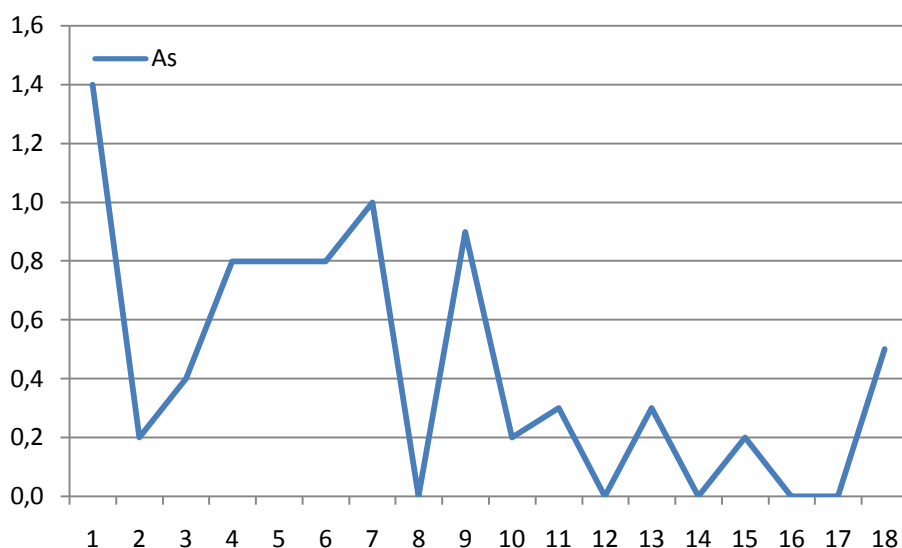


Figura 17. Gráfico apresentando a concentração de arsênio nas amostras analisadas.

O teor de arsênio (Figura 17) quando comparado aos valores dos outros metais nota-se uma quantidade muito baixa, mas aceitável do ponto de vista químico e de ocorrências desse metal em meio aurífero, apresentou semelhança no gráfico comparado a prata e ao ouro, estando associado a esses minerais, estando mais presente nas amostras 1, 7 e 9, com o máximo de teor de 1,2 gramas por 0,01 gramas da amostra.

Demonstrando presente nas localidades onde tem maior concentração de ouro. Podendo ser utilizado também para confirmação deste estudo biogeoquímico da maior probabilidade de se encontrar maior concentração de ouro em certa região.

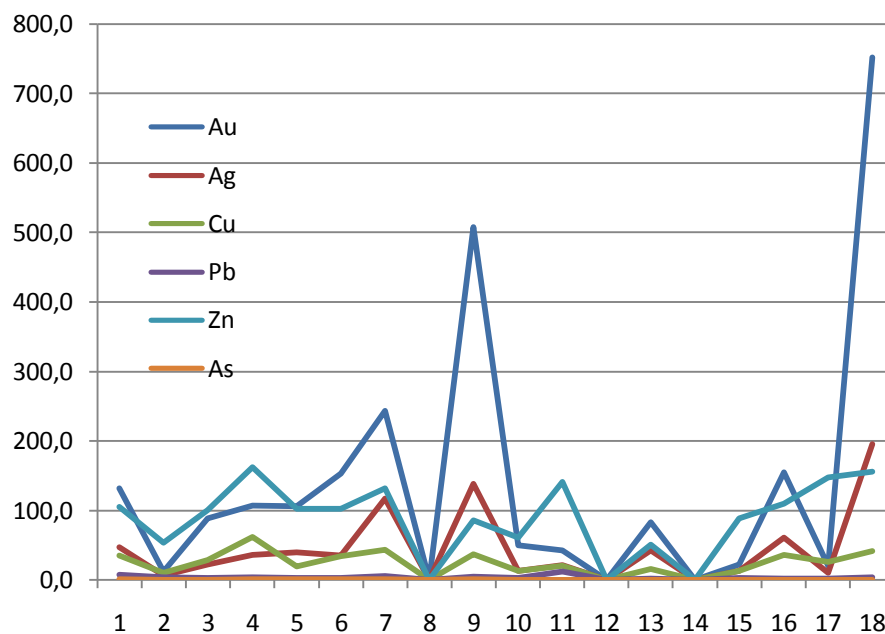


Figura 18. Comparação do teor dos elementos Au, Ag, Cu, Pb, Zn, e As adsorvidos pela planta *Curatella americana* L.

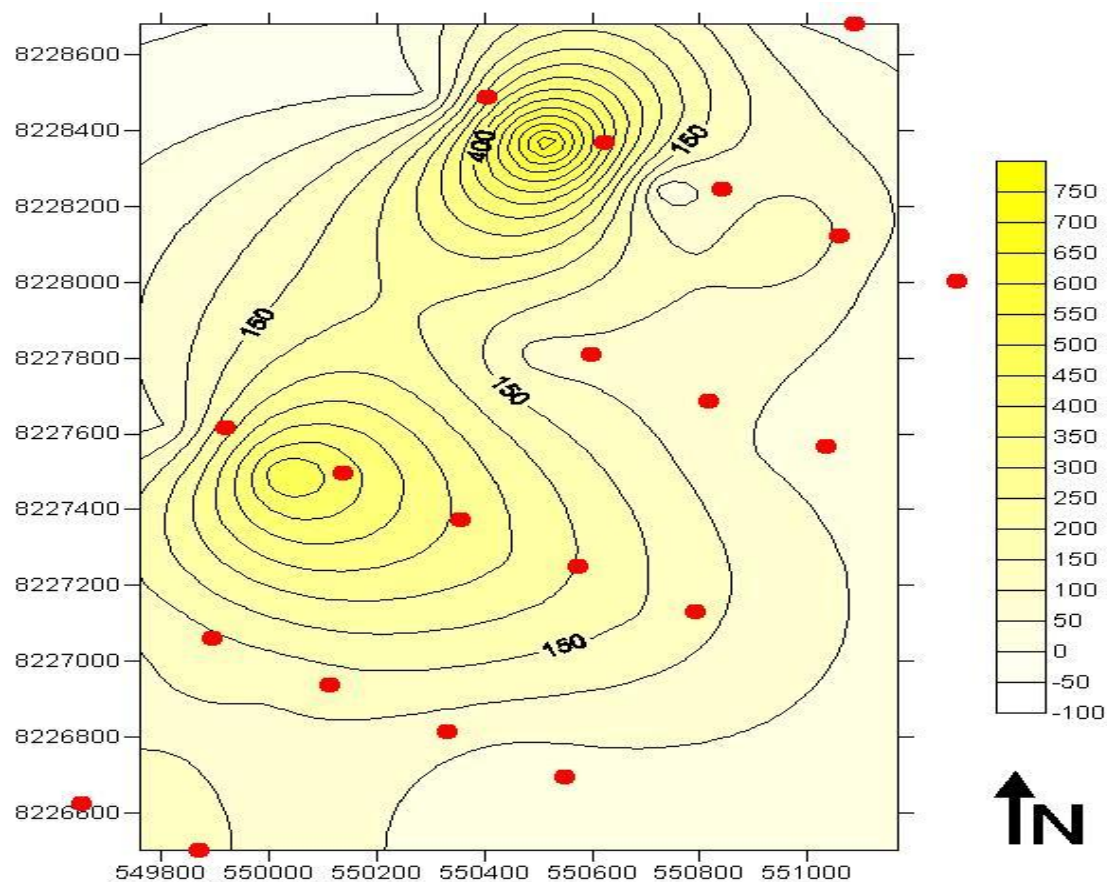


Figura 19. Diagrama *sufer* referente aos pontos de localização da amostra na área Cangas Poconé- MT.

Na Figura 18, o gráfico (amostra *versus* concentração) de todos os metais em estudo, que quando comparados ao diagrama *sufer* (Figura 19), pode-se comprovar que as amostras que foram coletadas perto da cava de ouro têm maior concentração deste metal e seus metais associados quimicamente. Assim se pode comprovar que as plantas em estudo que foram coletadas próximas as cavas de ouro absorvem uma maior concentração do metal, pois está associado à disponibilidade maior deste no meio de coleta.

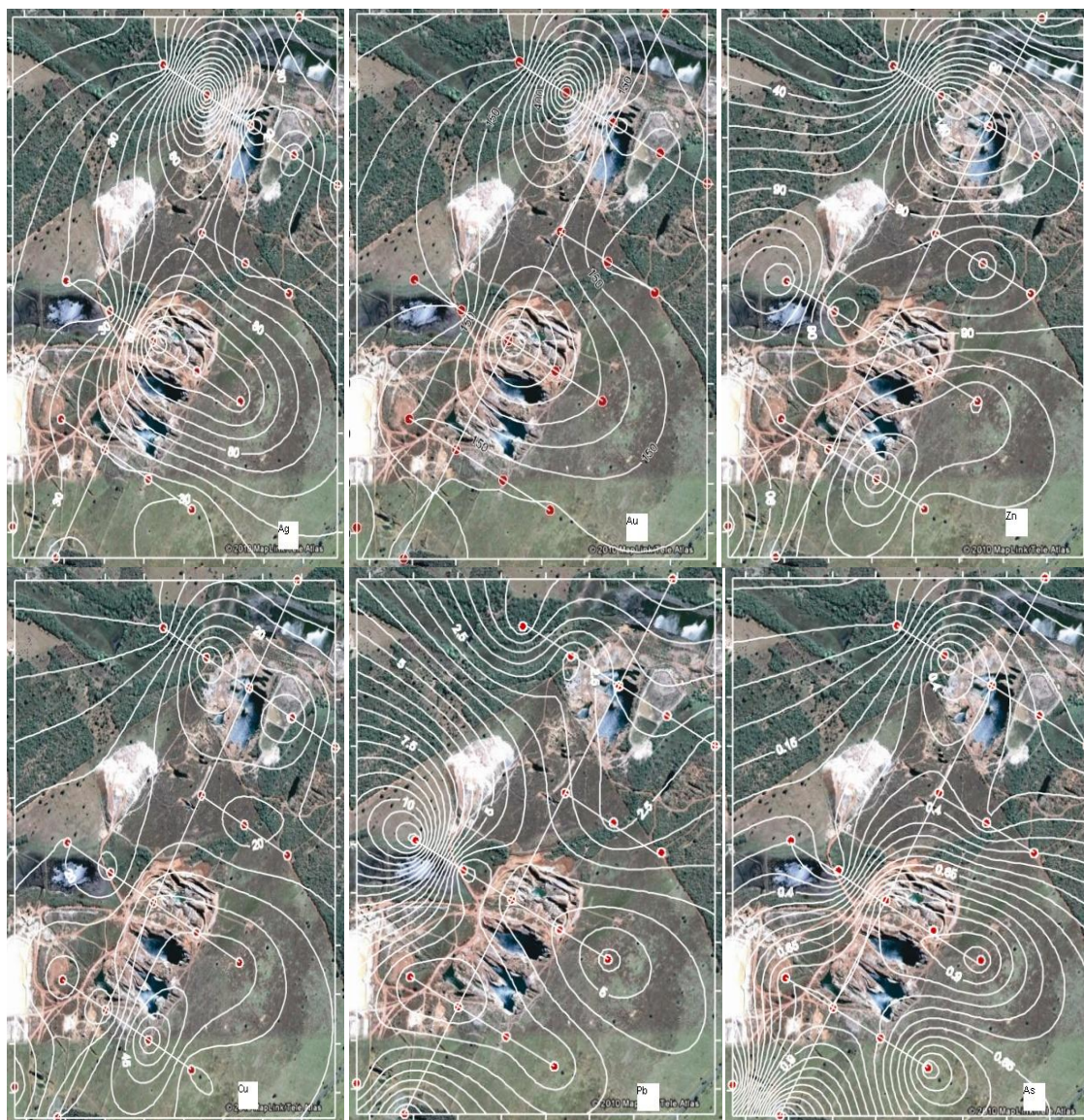


Figura 20. Mapas de isotores de Au, Ag, Zn, Cu, Pb e As, respectivamente, em folhas de *C. americana* para a área estudada. (Valores em ppb e ppm).

Quando se afasta da cava as amostras diminuíram a concentração de ouro, demonstrou-se com a queda da disponibilidade do metal no meio, a

planta tende a absorver menos este e passa a absorver outros elementos essenciais e também presentes no meio com mais abundância.

A partir da análise de isóteores de Au, Ag, Zn, Cu, Pb e As (Figura 20) pode-se observar que as anomalias de Au e Ag são perfeitamente similares, com valores de Au acima de 450 ppb para o conjunto de cavas sul, e acima de 130ppb de Ag para o mesmo conjunto de cavas. No conjunto de cava norte ocorreu um deslocamento da anomalia para oeste, apresentando este ponto teores acima de 650ppb e 170ppb para Au e Ag respectivamente.

Assim as anomalias de Cu, Pb, Zn e As ocorrem sempre no entorno dos conjuntos de cavas. No conjunto de cava norte a Zn apresenta comportamento semelhante ao do Au e da Ag.

O resultado das análises da cinza das folhas da lixeira para o elemento Au mostrou teor mínimo de 11,6 ppb e máximo de 751,5 ppb, com média de teores de 164,7 ppb. O *background* calculado para a área é de 184,97 ppb.

Para a área do depósito *Ellus*, no município de Porto Esperidião, estado de Mato Grosso, contexto geológico, na porção sudoeste do Cráton Amazônico, as análises das cinzas da espécie vegetal utilizada demonstraram concentração de até 11 vezes (203 ppb) o teor adotado como *background* (17,9 ppb) para o depósito, o valor mínimo de Au foi de 30,3 ppb e o máximo de 203,0 ppb concordando com Medeiros et al. (2005).

Assim, na região de Cangas, distrito de Poconé, o teor máximo foi 3,7 vezes maior do que na área do depósito *Ellus*, e o *background* 10,33 vezes.

Ao se comparar o teor de ouro nas amostras estudadas pode se verificar que as amostras 18>9>7>4 respectivamente obtiveram em ordem decrescente maior absorção de ouro devido à proximidade da cava do garimpo. Calculou-se a média aritmética dos elementos Ag (ppb), Cu (ppm), Zn (ppm), Pb (ppm) e As(ppm), que são 53,06, 29,06, 106,7, 3,96 e 0,52, respectivamente.

A partir da análise dos mapas de isóteores de Au, Ag, Cu, Pb, Zn e As observam-se que as anomalias de Au e Ag são perfeitamente similares, com valores de Au acima de 450ppb para o conjunto de cavas sul, e acima de 130ppb de Ag para o mesmo conjunto de cavas. No conjunto de cavas ao norte

ocorreu um deslocamento da anomalia para oeste, apresentando este ponto teores acima de 650ppb e 170 ppb para Au e Ag, respectivamente.

Realizando uma comparação com trabalho recente realizado no departamento de Geologia da UFMT, pelo professor Carlos José Fernandes (1999). O estudo realizado foi no depósito *Ellus*, no município de Porto Esperidião, estado de Mato Grosso situa-se na porção sudoeste do Cráton Amazônico, mais especificamente, na parte central da Faixa Móvel Aguapéí.

Este desvio precisa ainda ser mais bem compreendido, sendo neste estudo interpretado como um valor anômalo, mesmo para os padrões de áreas com grande concentração de minerais, denominado em exploração mineral de ouro como “efeito pepita”. O elevado valor de ouro neste ponto foi também o fator responsável pelo elevado *background* de ouro nas folhas de *C. americana* para o local pesquisado.

CAPITULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método biogeoquímico utilizado demonstrou ser viável em nossa região, devido também ao ambiente tropical. A partir dos estudos das amostras observaram-se ampla ocorrência da espécie lixeira próxima as cavas de garimpo na região de cangas, que se torna de fácil distribuição e identificação. Com os resultados pode-se concluir que a prospecção biogeoquímica, pode ser utilizada como meio de amostragem eficiente em substituição à prospecção geoquímica de solo.

Além disso, devido a *Curatella americana* L. apresentar ampla distribuição, possibilitando que a mesma, possa ser utilizada em futuros trabalhos de prospecção biogeoquímica ao longo de toda a América do Sul.

As análises das cinzas da espécie vegetal utilizada demonstram concentração de até 11 vezes (203,0 ppb) o teor adotado como *background* (17,9 ppb) para o depósito. O valor mínimo de Au foi de 30,3 ppb e o máximo de 203,0 ppb. A média aritmética para o Au em planta ficou em 92,25 ppb. Pode se observar que no presente trabalho no depósito de Cangas no município de Poconé estado de Mato Grosso. No contexto Geológico situa-se na porção oeste da Província Tocantins, bordeja-se porção do Sul do Cratón Amazônico e a leste do bloco Rio Apá.

Os depósitos auríferos de cangas compreendem cavos de direção NW – SE na porção interna da faixa Paraguaia a análise das cinzas da espécie vegetal utilizada demonstrou concentração de 64 vezes (751,5 ppb) o teor adotado como *background* (11,6 ppb) para o depósito. O valor mínimo de Au observado na amostra de Nº 2 foi de (11,6 ppb) e o máximo observado na amostra nº 18 foi de (751,5 ppb).

A média aritmética para o Au na planta ficou em 164,7 ppb. Ao se comparar o teor de ouro nas amostras estudadas dos depósitos de *Ellus* e dos

depósitos de Cangas pode se verificar que as amostras estudadas em Cangas tiveram maior absorção de ouro.

Esta informação permitiu ampliar as áreas alvos a serem pesquisados e comprovou a eficiência do método de prospecção biogeoquímica utilizado. Contudo a simplicidade e o baixo custo na coleta da planta (folhas) representam também economia financeira e de tempo nas campanhas prospectivas para ouro, pois representa baixo custo para delimitar áreas de ocorrência de concentração de ouro em qualquer região onde a lixeira possa ser amostrada.

Com o resultado de análise por ICP-EAS mostraram que existe uma forte relação entre os teores de ouro e a prata em folhas da lixeira. Mostraram também que os teores anômalos gerados por estes elementos marcam claramente a ocorrência de ouro na região.

A análise em componentes principais conjugada com a cartografia geoquímica se efetuou, através de métodos de interpolação geoestatística (*krigagem* normal), confirmou ser uma metodologia importante para a interpretação dos dados geoquímicos permitindo identificar algumas associações dos elementos no meio e caracterizar a sua dispersão.

Na área de Cangas, os teores dos elementos estudados refletem o fundo geoquímico dos solos de acordo com as litológicas aflorantes a partir das quais se desenvolveram.

Por fim o estudo foi baseado em análises dos teores totais dos elementos na *Curatella americana* L retirada nos solos de Canga- MT. Porém, a especiação e a avaliação das formas disponíveis (solúveis e no complexo de troca) destes elementos nos solos e/ou sedimentos constitui uma informação imprescindível quando se pretende prever com alguma certeza qual o seu destino a curto e médio prazo e obter uma correta avaliação dos teores de ouro envolvidos nesses locais os que comprovam a observação de que a planta que estava mais próxima da cava de ouro tinha um teor mais alto deste elemento na sua composição.

TRABALHOS FUTUROS

Como aplicação da biogeoquímica para metais deve-se buscar pesquisar outras espécies de plantas e metais para aprimorar e tornar esta técnica fonte fácil para funcionar como base de dados sólidos e confiáveis. Como exemplo pode-se testar árvores do cerrado e suas cascas com pesquisas de níquel, chumbo, e outros.

Realizar um trabalho de Educação Ambiental junto a pequenos garimpeiros e empresas interessadas em investir na extração do ouro na região, assegurando meios necessários e econômicos ao aproveitamento racional desses jazimentos.

ARTIGO

APROVADO:

REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA

ISSN 1519-5228

Volume 11 - Número 2 - 2º Semestre 2011

Estudo da espécie *Curatella americana* L – (Lixeira) utilizada como bioindicador em região aurífera do distrito de Cangas-Poconé-MT

Raélita De Oliveira Resende¹; Francisco Egidio C. Pinho²

RESUMO

A Lixeira é uma planta popularmente conhecida, pertencente à família 'Dilleniaceae', de nome científica *Curatella americana* L., espécie que ocorre frequentemente em cerrados, desde o México até o sul do estado de São Paulo. A utilização das folhas desta planta na biogeoquímica tem mostrado ser um método eficiente para a definição de áreas de ocorrência de ouro. A região de relevo arrasado, conhecida como Baixada Cuiabana é composta por metamorfitos de baixo grau do Grupo Cuiabá, os quais hospedam uma série de ocorrências e depósitos de ouro, associados a veios de quartzo, sendo uma das concentrações destes depósitos localizadas nas proximidades do Distrito de Cangas, Poconé-MT. Nesta região foi estabelecida uma malha regular de amostragem de folhas de Lixeiras, nas proximidades de áreas de lavra da Mineradora São Rafael, tendo como objetivo de checar o uso da biogeoquímica na delimitação de áreas de ocorrência de ouro na região. Os resultados obtidos através de análises pelo método ICP-EAS mostraram que existe uma forte relação entre os teores de Au e Ag em folhas de lixeira, mostraram também que os teores anômalos gerados por estes elementos marcam claramente as ocorrências de áreas garimpadas no local amostrado. Os dados permitiram concluir pela eficiência da biogeoquímica, através da análise de Au e Ag em folhas da *Curatella americana* L para delimitar áreas favoráveis à exploração de ouro na Baixada Cuiabana.

Palavras-chave: *Curatella americana* L, biogeoquímica, ouro, Grupo Cuiabá.

Study of *Curatella americana* L – (Lixeira) used as bio-indicator in a gold-bearing region at the district of Cangas-Poconé-MT

ABSTRACT

The Lixeira is a popularly known plant, belonging to 'Dilleniaceae' family with the scientific name *Curatella americana* L., it often occurs in savannas, from Mexico to the southern of the São Paulo state. The biogeochemistry using leaves of this plant has proven to be an efficient method for defining areas of gold occurrence. The relief devastated region known as Baixada Cuiabana is composed of low-grade metamorphic rocks of the Cuiabá Group, which host a series of gold deposits and gold occurrences associated with quartz veins, one of the concentrations of these deposits are located near the Cangas District, Poconé-MT. In this region was established a regular sampling grid of Lixeira leaves, near the mining areas of São Rafael Mineração, aiming to check the use of biogeochemistry in the delimitation of the gold occurrence areas in the region. The obtained results through analysis by ICP-EAS method showed that there is a strong relationship between the contents of Au and Ag in Lixeira leaves, also showed that anomalous grades of these elements clearly mark the occurrences of gold mined areas at the sampled site. The data suggested the efficiency of biogeochemistry, through the analysis of Au and Ag in leaves of *Curatella americana* L. to define favorable areas for gold exploration in the Baixada Cuiabana.

Keywords: *Curatella americana* L, biogeochemistry, gold, Cuiabá Group.

Disponível em:

<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/ArtigoV11-n2/Artigo_BioTerra_V11_N2_2011_07.pdf>.

EM PRELO:

O USO DA BIOGEOQUÍMICA NA EXPLORAÇÃO DO OURO: UM ESTUDO DE CASO NA BAIXADA CUIABANA

RAÉLITA DE OLIVEIRA RESENDE¹ & FRANCISCO EGÍDIO C. PINHO².

1 - Programa de Pós Graduação em Geociências, UFMT, Cuiabá (MT), Brasil. e-mail: raelitahta@hotmail.com

2 - Departamento de Recursos Minerais, PPGE-UFMT, Cuiabá (MT), Brasil. e-mail: aguapei@yahoo.com

RESUMO

A lixeira é uma planta popularmente conhecida, pertencente à família 'Dilleniaceae', de nome científica *Curatella americana* L, espécie que ocorre frequentemente em cerrados, desde o México até o sul do estado de São Paulo. A utilização das folhas desta planta na biogeoquímica, tem mostrado ser um método eficiente para a definição de áreas de ocorrência de ouro. A região de relevo arrasado, conhecida como Baixada Cuiabana é composta por metamorfitos de baixo grau do Grupo Cuiabá, os quais hospedam uma série de ocorrências e depósitos de ouro, associados a veios de quartzo, sendo uma das concentrações destes depósitos localizadas nas proximidades do Distrito de Cangas, Poconé-MT. Nesta região foi estabelecida uma malha regular de amostragem de folhas de Lixeiras, nas proximidades de áreas de lavra da Mineradora São Rafael, tendo como objetivo de checar o uso da biogeoquímica na delimitação de áreas de ocorrência de ouro na região. Os resultados obtidos através de análises pelo método ICP-EAS mostraram que existe uma forte relação entre os teores de Au e Ag em folhas de lixeira, mostraram também que os teores anômalos gerados por estes elementos marcam claramente as ocorrências de áreas garimpadas no local amostrado. Os dados permitiram concluir pela eficiência da biogeoquímica, através da análise de Au e Ag em folhas da *Curatella americana* L para delimitar áreas favoráveis à exploração de ouro na Baixada Cuiabana.

Palavras chave: *Curatella americana* L; biogeoquímica; Ouro no Grupo Cuiabá.

ABSTRACT

The *Lixeira* is a popularly known plant, belonging to 'Dilleniaceae' family with the scientific name *Curatella Americana* L, it often occurs in savannas, from Mexico to the southern of the Sao Paulo state. The biogeochemistry using leaves of this plant has proven to be an efficient method for defining areas of gold occurrence. The relief devastated region known as *Baixada Cuiabana* is composed of low-grade metamorphic rocks of the *Cuiaba* Group, which host a series of gold deposits and gold occurrences associated with quartz veins, one of the concentrations of these deposits are located near the *Cangas* District, *Poconé-MT*. In this region was established a regular sampling grid of *Lixeira* leaves, near the mining areas of San Rafael *Mineração*, aiming to check the use of biogeochemistry in the delimitation of the gold occurrence areas in the region. The obtained results through analysis by ICP-EAS method showed that there is a strong relationship between the contents of Au and Ag in *Lixeira* leaves, also showed that anomalous grades of these elements clearly mark the occurrences of gold mined areas at the sampled site. The data suggested the efficiency of biogeochemistry, through the analysis of Au and Ag in leaves of American *Curatella* L to define favorable areas for gold exploration in the *Baixada Cuiabana*.

Keywords: *Curatella Americana* L; Biogeochemistry; Gold in the Cuiaba Group.

INTRODUÇÃO

A *Lixeira* (*Curatella americana* L), família Dilleniaceae é uma árvore ou arbusto tortuoso que mede de 1 a 12 metros de altura, planta angiosperma, que aflora nos meses de julho a novembro. As folhas são alternas, ovuladas, com até 26 cm de comprimento, suavemente torcidas, quebradiças, de cor verde-claro e superfície muito áspera e dura que parecem lixas, pelo que é também conhecida como **lixeira**. A casca é grossa e acinzentada e se despresta em placas. As inflorescências são curtas, contendo de 10 a 20 flores pequenas, em torno de 5 mm, de cor amarelo-pálido. Os frutos são secos (tipo cápsula septicida) de cor cinza, os quais se abrem espontaneamente (deiscentes) expondo 3 a 5 sementes castanhas, cobertas por uma estrutura carnosa (arilo) de cor branca que contrasta com a coloração interna do fruto que é avermelhada, sendo conhecida por boa parte da população brasileira, com predominância em áreas do cerrado de pequeno porte. É caracterizada por suas folhas duras e ásperas, de ampla ocorrência na região centro oeste e no país. Esta espécie já foi usada por pesquisadores para detectar a presença de ouro (FERNANDES *et al.*, 1999; FERNANDES E MIRANDA, 2006 e MEDEIRO *et al.*, 2005). Relativamente nova, a prospecção feita a partir da amostragem de vegetais (biogeoquímica) começou a ser utilizado em países do hemisfério norte onde a presença de neve dificulta o acesso do solo, posteriormente passou a ser utilizada em outras regiões do globo, principalmente em pesquisas de Ni. (FERNANDES 2003).

A *lixeira* ocorre nos cerrados e cerradões, sendo encontrada do México a São Paulo. Com predominância em áreas do cerrado e de ampla ocorrência na região centro oeste do país (FERNANDES 2003).

A folha da *lixeira* tem propriedades medicinais contra artrite, diabetes, pressão alta, e a flor, contra tosse, bronquite e resfriado. A casca é indicada, na terapêutica popular, em casos de dor de cabeça, sinusite e enxaqueca, raiz é indicada para dores pulmonares e as flores para resfriados. Também possui propriedades adstringentes da casca, por seu teor de tanino, o que indica seu uso no curtimento de couros. Na medicina veterinária a casca é utilizada para cicatrização de feridas e úlceras. É utilizada no paisagismo, quando em floração atrai grande quantidade de abelha. (referência.)

A pesquisa desenvolvida testou a *Lixeira* (*Curatella americana* L) para delimitar áreas de ocorrência de ouro na *Baixada Cuiabana*, a qual corresponde a um relevo arrasado desenvolvido sobre rochas metamórficas de baixo grau do Grupo Cuiabá. Predominam filitos e micaxistos, com ocorrência subordinada de quartzitos, mármores calcíticos e dolomíticos, calcários, metarenitos e metaconglomerados. A deformação é acentuada, de caráter cisalhante progressivo, traduzida por generalizada transposição do acamamento e por cavalgamentos imbricados, piritização, adição de sílica são comumente observadas nestas rochas. O relevo arrasado da *Baixada Cuiabana* propicia o desenvolvimento de expressiva cobertura detritolaterítica de idade terciária e quaternária de fundamental importância na definição de concentrações secundárias de ouro. Os jazimentos auríferos na região constituem depósitos fortemente estruturados e dispostos em faixas paralelas resultantes da intensa deformação cisalhante que marca os filitos do Grupo Cuiabá. Importantes remobilizações condicionadas a

veios de quartzo e ao intemperismo laterítico resultam em jazimentos expressivos, resultantes de prolongadas e complexa evolução. (Referencia).

A área de estudo localiza-se no distrito de Cangas, município de Poconé estado de Mato Grosso O acesso se dá a partir da capital de Cuiabá, percorrendo um trecho da BR-070 e a partir daí pela MT-060, até a área da Mineração São Rafael, a aproximadamente 80 km da cidade de Cuiabá (Figura 1).

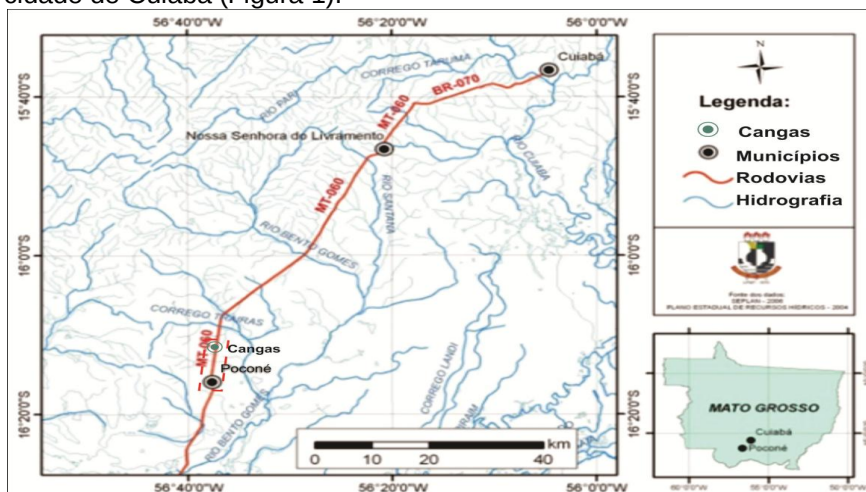


Figura 1 - Localização e vias de acesso da área pesquisada.

A Faixa de Dobramentos Paraguai bordeja a porção S-SE do Cráton Amazônico e leste do Bloco Rio Apa (ALMEIDA, 1984; ALVARENGA *et al.*, 2004). A origem da sedimentação de fácies marinhas pode ser relacionada a uma bacia de plataforma continental de aproximadamente 800 Ma. Seguida pela inversão e colisão do Cráton Amazônico e Bloco Paranapanema. A Faixa Paraguai encontra-se recoberta pelos sedimentos Fanerozóicos das bacias do Paraná, Parecis e Pantanal. Esta unidade tectônica possui idades que permitem correlacioná-la a orogênese desenvolvida no Neoproterozóico o fechamento de muitos oceanos foi responsável pela colagem do supercontinente Gondwana (Brito (NEVES, 2003). Este cinturão configura um *trend* N-S (setor sul) e W-E na região de Nova Xavantina, Mato Grosso, com aproximadamente 1.500 km de comprimento e 300 km de largura (BARBOZA, 2008).

A partir do conhecimento atual, sabe-se que a ocorrência de ouro em Mato Grosso está delimitada nas seguintes províncias e distritos auríferos: 1 – **Província Aurífera Cuiabá-Poconé**; 2 – Província Aurífera do Alto Guaporé; 3 – Distrito Aurífero do Alto Jauru; 4 – Província Aurífera Alta Floresta e; 5 – Distrito Aurífero de Nova Xavantina (QUADRO *et al.*, 2002). A primeira citada (Província Aurífera Cuiabá-Poconé) abrange a região centro-sul de Mato Grosso e é onde se encontra a área alvo desta pesquisa.

Segundo BARBOZA (2000) na província Aurífera Cuiabá-Poconé o ouro está associado a sistema de veios de quartzo e disseminações nos metarenitos, filitos, metadiamicititos, mármore e metassiltitos do Grupo Cuiabá, zona interna da Faixa de Dobramentos Paraguai, embora depósitos elúvio-coluvionares não sejam raros. As áreas mineradas situam-se na zona de charneira e flanco NW da Anticlinal de Bento Gomes, dobra regional, principalmente nos contatos entre as subunidades 5 e 6 de LUZ *et al.* (1980) (SILVA *et al.* 2002) (Figura 2).

ALVARENGA *et al.* (2004) dividiram a Faixa Paraguai em quatro grandes unidades estratigráficas denominadas de Unidade Inferior que é restrita a porção interna do cinturão (Grupo Cuiabá); unidade com influência glacial que ocorre tanto na porção interna quanto na externa (Grupo Cuiabá e Formação Puga); Unidade Carbonática representada pela Formação Araras na porção externa e pelo Fácies Guia na porção interna (subunidade 8 de LUZ *et al.*, 1980) e Unidade Superior Siliciclástica representada pelo Grupo Alto Paraguai (formações Raizama e Diamantino). A área do processo 866.133/1983 objeto desta disponibilidade esta inserida na Zona Estrutural Interna Faixa de Dobramentos Paraguai, onde ocorrem os metassedimentos do Grupo Cuiabá de idades Neoproterozóicas. Na área alvo desta pesquisa afloram as rochas do topo da subunidade 3 e base da subunidade 5 de LUZ *et al.* (1980) (Figura 2). A subunidade 3 é representada por filitos, filitos carbonosos, metadiamicititos de

matriz carbonosa, metasiltitos e metarenitos subordinados. A subunidade 5 se distingue da subunidade 3 pela presença de predominante de litótipos mais arenosos.

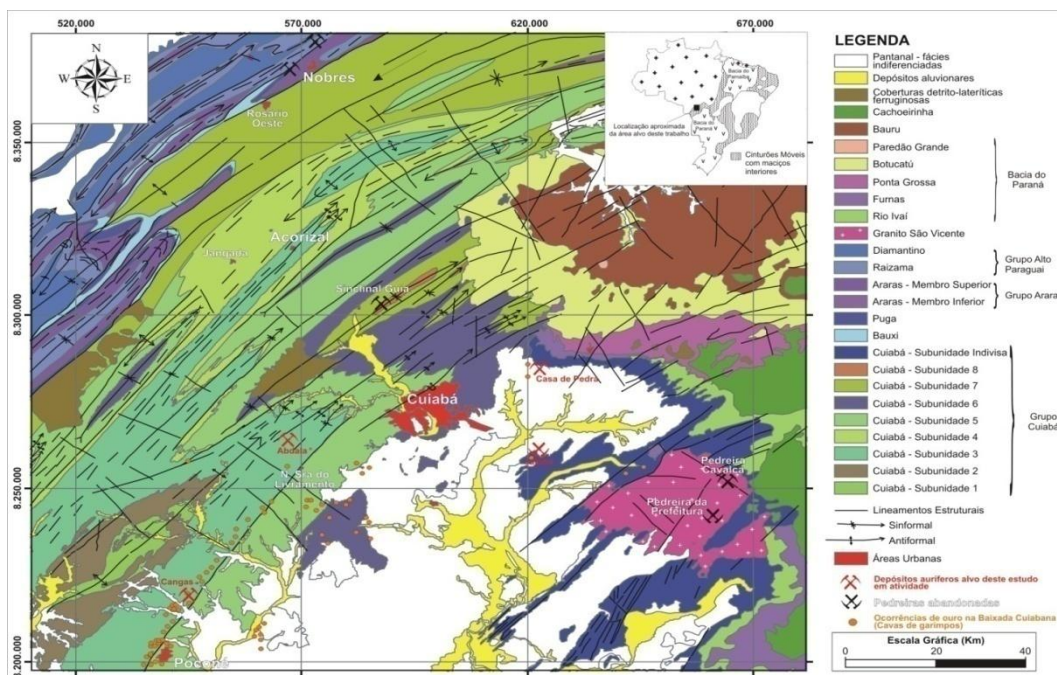


Figura 2 - Geologia da região de Cuiabá, com a localização dos depósitos e ocorrências de ouro e da área de pesquisa (modificado de Luz et. al. 1980).

O padrão de deformação é definido por dobramentos e cavalgamentos, marcantes associados a fraturamentos, zonas de falhas e dobramentos, onde encontram-se inseridas as mineralizações. Estruturalmente os filitos apresentam dobramentos isoclinais, com eixos orientados segundo N10-25° NW. Os fraturamentos presentes podem ter duas direções preferências N15 30°E e N25-55°W. Os veios de quartzo estão presentes nas duas gerações de fraturas, sendo que os veios de quartzo pertencentes à família de fraturas de direção N25-55°W, apresentam-se mineralizados em ouro, sendo os outros estéreis. Esses veios estão condicionados a zonas de cisalhamento de dimensão de até 800 metros de extensão por 150m, onde são numerosos, milimétricos até dissimétricos. Este quartzo é maciço leitoso até grosseiramente cristalizado, ocorrendo em formas bipiramidais nas cavidades. Associado a ele ocorre o ouro nativo por vezes constituindo aglomerados minerais com centenas de gramas (BARBOZA, 2008).

Os principais depósitos e ocorrências de ouro estão localizados na região entre Nossa Senhora do Livramento e Poconé, estando orientados em um trend de direção NE, acompanhando aproximadamente a linha de contato entre as unidades 3 e 5 de LUZ et al., 1980 (Figura 2).

DESENVOLVIMENTO

BIOGEOQUÍMICA

A Biogeoquímica é um método de baixo custo, por meio das plantas, que vem sendo empregada na prospecção de depósitos geralmente inacessíveis. VINOGRADOV (1955) define a Biogeoquímica como um método de prospecção baseado tanto na análise química, como na interpretação das variações morfológicas da vegetação. GINZBURG (1960) e CUNHA (1990) definem o método, como sendo o estudo da composição química das cinzas de vegetais. Dados FERNANDES & MIRANDA (2006) assumem que a vegetação é importante para a exploração do ouro através de estudos Biogeoquímicos. Segundo MEDEIROS et al. (2005) a aplicação do método biogeoquímico mostrou ser viável em ambientes tropicais tendo em vista que a planta "Curatella Americana L", popularmente chamada de "Lixeira", demonstrou ser eficiente na absorção para ouro, concentrando até 11 vezes o valor de background para a região. Os dados analíticos das cinzas das plantas comparados com aqueles obtidos nas amostras de solo permitiram concluir que a prospecção biogeoquímica, pode ser utilizada como

meio de amostragem eficiente em substituição à prospecção geoquímica de solo (FERNANDES, 1999).

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia é de natureza quantitativa, isto porque está embasada em trabalhos recentes sobre a ocorrência da lixeira (*Curatella americana*). A escolha da espécie se deu devido ter distribuição homogênea em todo estado, ser de fácil identificação e ocorrência na área aurífera, se possível amostra La em 100m x 100m, sendo 18 amostras.

Neste tópico são apresentados as técnicas e métodos adotados para concretizar os objetivos propostos através das seguintes atividades, que foram realizadas:

A etapa inicial incluiu o levantamento dos trabalhos bibliográficos publicados sobre a geologia da região, biogeoquímica da exploração mineral e morfologia da *Curatella americana* bem como artigos, publicações e pesquisas referentes ao tema proposto e disponíveis ao público.

As atividades de mapeamento da área ocorreram durante 05 dias, onde se escolheu a área de estudo a ser mapeada. O mapeamento ocorreu também através de foto satélite, imagem fornecida pelo sema (FIG 3).

Para se alcançar o objetivo proposto, qual seja, confirmar a demarcação de áreas auríferas na Baixada Cuiabana através da biogeoquímica, a escolha da área de amostragem foi fundamental, optando-se por uma área de produção de ouro para confirmar a existência do metal. Assim a área da Mineração São Rafael foi selecionada após a visita de diferentes áreas nas regiões de Poconé, Cangas, Livramento e Cuiabá.

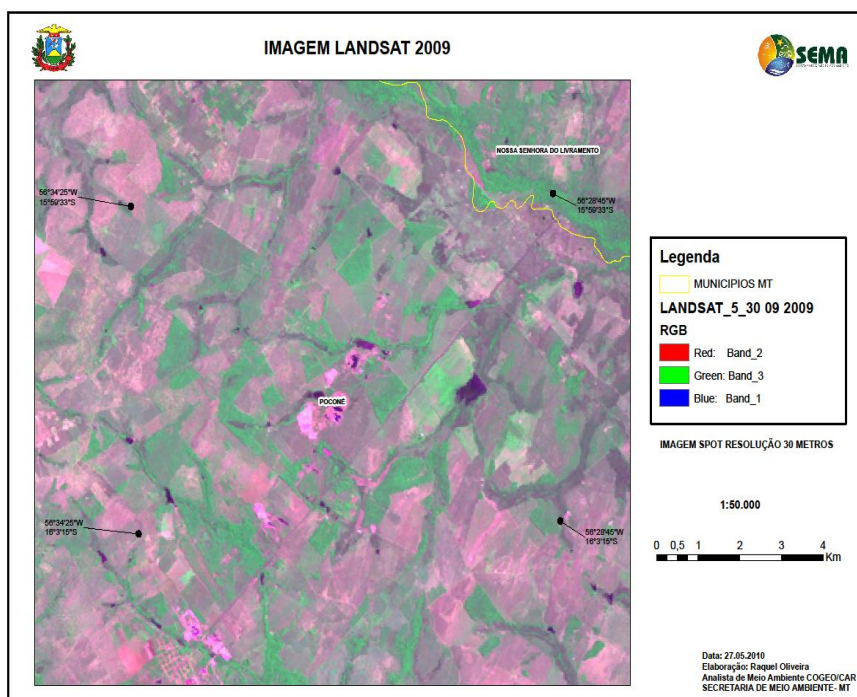


Figura 3 - Imagem foto satélite landsat 2009 do Distrito de Cangas Município de Poconé, fornecida pelo Sema.

A área estudando apresenta dois conjuntos de cavas de extração de minérios, que foram denominadas de conjunto de cava norte (CCN) e conjunto de cava sul (CCS) (Figura 3). As cavas possuem direção aproximada NW, seguindo a direção principal dos veios mineralizados, e os dois conjuntos CCN e CCS estão orientados entre si na direção NE.

A malha de amostragem foi marcada através de uma linha base de direção NE, com linhas de amostragens na direção NW. A distância entre as linhas é de 400 metros e entre as amostras é de 200 metros (Figura 3).

Em cada ponto foi coletado em torno de 1 kg de folhas de Lixeira, em árvores de altura entre 1 e 2 metros (Figura 4A). As folhas coletadas apresentavam diâmetro maior em torno de 20 centímetros, cor verde intensa, evitando-se sempre que possível as folhas que apresentavam variação de cor, ou textura alterada por qualquer motivo (Figura 4B). Na coleta

observaram-se a idade das árvores e das folhas, foram coletadas folhas das árvores de mesma idade. O período de coleta foi coincidente com a época chuvosa, evitando-se desta forma a contaminação das folhas por poeira gerada pela atividade de mineração.

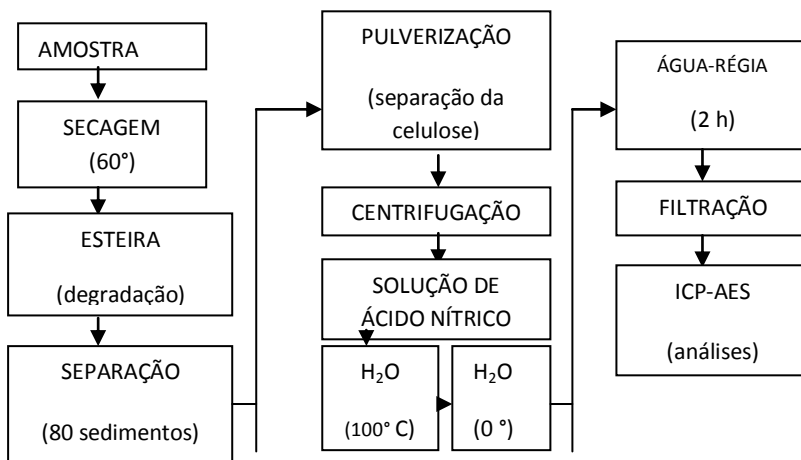


Figura4 - Fluxograma do processo analítico por ICP-AES.

No laboratório as amostras de folhas foram lavadas com água bi-destilada, secas e desidratadas a 80°C em estufa, e submetidas à calcinação a 450°C em mufla por um período de 6 a 8 horas. Logo após foram enviadas frações de 3 g de cinza vegetal para análises no *Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd.*, para Au e mais os elementos Ag, Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Se, Sr, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W e Zn, utilizando-se o método de análise por ICP-AES. As amostras 8, 12 e 14 apresentaram massa insuficiente para procedimento das análises. O processo Analítico foi realizado através da seguinte metodologia apresentada no fluxograma (FIGURA 4).

Os resultados analíticos estão apresentados na tabela 1 e foram analisados com a utilização dos *softwares* Surfer e Excel, visando à identificação de anomalias para ouro na região estudada e o estudo da relação entre os elementos. Nas amostras, somente o elemento W apresentou teores abaixo do limite de detecção. FERNANDES et al., (2005) citam os seguintes elementos com teores abaixo do limite de detecção, para amostras de folha de Lixeira com mineralização de ouro do Grupo Aguapeí: Cs, Hf, Ag, Ir, Ni, Se, Ta, U, W e Tb.

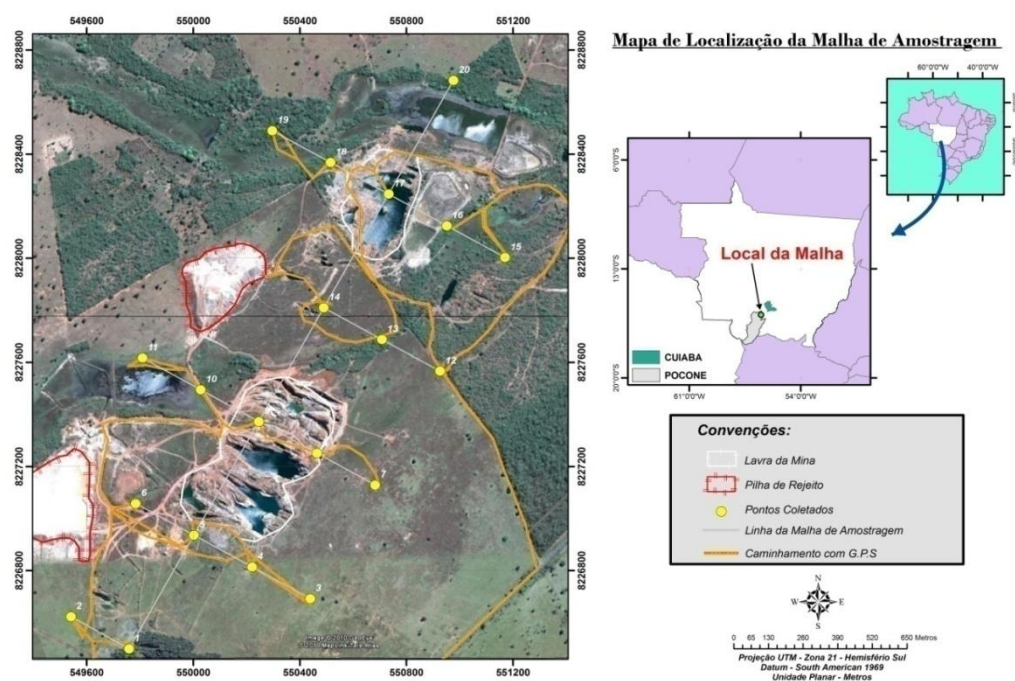


Figura 5 – Mapa de localização da malha de amostragem de folhas de Lixeira no Distrito de Cangas Município de Poconé-MT.

O resultado das análises da cinza das folhas da lixeira para o elemento Au mostrou teor mínimo de 11,6 ppb e máximo de 751,5ppb, com média de teores de 164.7ppb. O *background* calculado para a área é de 184,97ppb. Para a área do depósito Ellus, no município de Porto Esperidião, estado de Mato Grosso, contexto geológico, na porção sudoeste do Cráton Amazônico, as análises das cinzas da espécie vegetal utilizada demonstraram concentração de até 11 vezes (203 ppb) o teor adotado como *background* (17.9 ppb) para o depósito, o valor mínimo de Au foi de 30,3 ppb e o máximo de 203 ppb (Medeiros *et al.*, 2005). Assim, na região de Cangas, distrito de Poconé, o teor máximo foi 3,7 vezes maior do que na área do depósito Ellus, e o *background* 10,33 vezes.

Ao se comparar o teor de ouro nas amostras estudadas pode se verificar que as amostras 18>9>7>4 respectivamente obtiveram em ordem decrescente maior absorção de ouro devido à proximidade da cava do garimpo. Calculou-se a média aritmética dos elementos Ag, Cu, Zn, Pb e As, que são 53,06; 29,06; 106,7; 3,96 e 0,52 respectivamente.

A partir da análise dos mapas de isotores de Au, Ag, Cu, Pb, Zn e As (Figura 5) observam-se que as anomalias de Au e Ag são perfeitamente similares, com valores de Au acima de 450ppb para o conjunto de cavas sul, e acima de 130ppb de Ag para o mesmo conjunto de cavas. No conjunto de cavas ao norte ocorreu um deslocamento da anomalia para oeste, apresentando este ponto teores acima de 650ppb e 170ppb para Au e Ag respectivamente (Verlag, 2003; Isa *et al.*, 2004).



Figura 6 – A) Amostragem de folhas de *Curatella americana* L; Lixeira em árvore de aproximadamente 2 metros de altura. B) Aspecto das folhas amostradas.

As anomalias de Cu, Pb, Zn e As ocorrem sempre no entorno dos conjuntos de cavas. As curvas de isotores destes elementos, no entanto, não obedecem a um padrão de similaridade entre elas, e nem mesmo entre estes elementos e o Au e Ag. Considerando-se as associações paragenéticas de acordo com Maartinelli & Batista (2003) seria de se esperar que tais elementos tivessem o mesmo comportamento do Au e da Ag. Dois fatores podem ser usados como justificativa para tal comportamento, diferenças na absorção dos diferentes elementos metálicos pelos vegetais, e o fato de que os mais altos teores de ouro em solo do Grupo Cuiabá geralmente apresentam locais de mais intensa oxidação, fato que concorre na lixiviação de elementos como Cu, Pb e Zn.

Apesar do comportamento diferenciado dos elementos Cu, Pb, Zn e As em relação ao Au e Ag, observa-se que no conjunto de cava norte as curvas de isotores do Zn e do As apresentam comportamento semelhante ao do Au e da Ag (Figura 4.1 e 4.2).

Também foram calculados correlação entre os elementos (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As) cujos os teores ficaram acima do limite de detecção. As correlações mais expressivas são Ag - Au ($r=0.32$), Pb - Cu ($r=0.13$), Cu - Zn ($r=0.27$), As - Cu ($r=0.01$) e As - Pb ($r=0.13$). Entre os estudados não houve correlação relativa entre o elemento arsênio, mostrando que este não pode ser utilizado como guia prospectivo. Observa-se que o aumento do teor de Au nas cinzas da planta ocorre nas amostras de plantas situadas nas proximidades dos cavos Sul e Norte do garimpo São Rafael.

A análise da associação dos elementos Au, Ag, Cu, Pb, Zn e As através do diagrama (Figura 6) mostra a forte relação do Au com a Ag, apresenta também uma relação destes dois elementos com o Cu, muito embora não seja comum a todos os pontos amostrados. A relação destes elementos com o Pb é observada somente em alguns pontos amostrados.

A associação entre os elementos Au, Ag, Cu, Pb e Zn é comum em vários depósitos e ocorrências de ouro, fato não muito comum na Baixada Cuiabana. No entanto, apesar de todas as peculiaridades envolvidas na absorção dos diferentes metais pelas plantas, os resultados mostram que pelo menos para o caso amostrado, esta relação fica mantida em amostras de folhas de *Lixeira* na área pesquisada.

Tabela 1: Resultados obtidos para folhas de *Lixeira* coletadas na área de Pesquisa no distrito de Cangas, Poconé-MT. (I.S.= massa insuficiente para análise). Teores mínimos e máximos de cada elemento com sobreado cinza.

Amostras	Au (ppb)	Ag (ppb)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
1	131,7	47	34,99	7,72	105,2	1,4
2	11,6	6	10,06	3,54	53,8	0,2
3	88,5	22	28,80	3,03	100,5	0,4
4	106,8	36	62,06	3,34	162,6	0,8
5	105,5	40	19,25	2,58	102,5	0,8
6	152,6	35	34,53	2,54	102,1	0,8
7	243,0	117	43,63	5,76	131,9	1,0
8	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.
9	507,7	138	36,77	4,51	85,8	0,9
10	49,6	13	12,53	2,67	60,8	0,2
11	42,1	21	20,48	11,86	141,0	0,3
12	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.
13	82,8	42	15,71	2,27	51,2	0,3
14	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.	I.S.
15	22,5	13	13,34	2,78	88,7	0,2
16	154,7	61	36,46	1,71	110,4	<0.1
17	20,2	10	25,63	1,84	147,7	<0.1
18	751,5	195	41,73	3,27	156,3	0,5
Teor mínimo de detecção	0,2	2	0,01	0,01	0,1	0,1
Média de Teores	164,72					
Background	184,97					

Este desvio precisa ainda ser mais bem compreendido, sendo neste estudo interpretado como um valor anômalo, mesmo para os padrões de áreas mineralizadas, denominado em exploração mineral de ouro como “efeito pepita”. O elevado valor de ouro neste ponto foi também o fator responsável pelo elevado *background* de ouro nas folhas de *Lixeira* para o local pesquisado (Apezzato & Carmello, 2003).

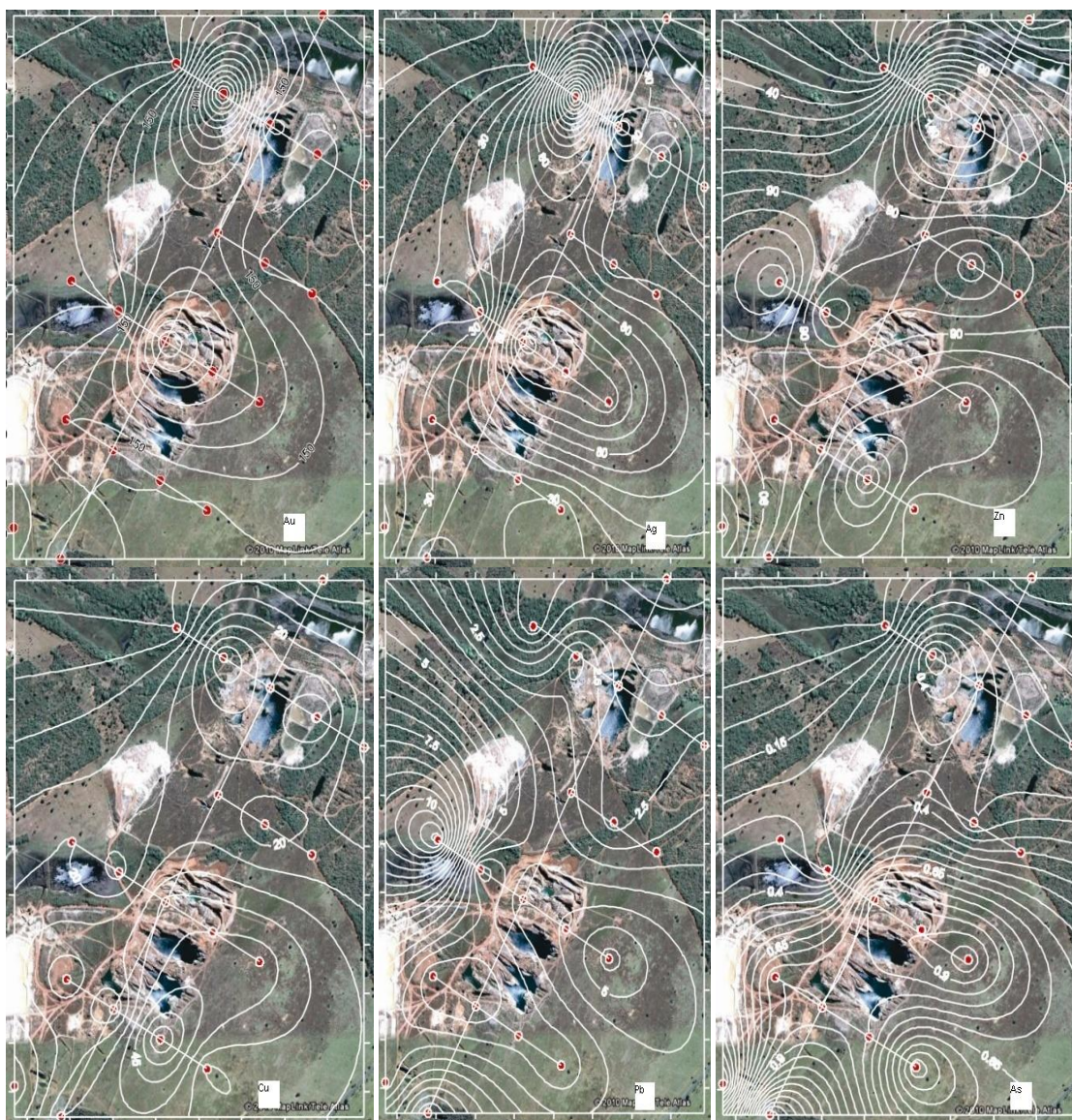


Figura 7 - Malhas de amostragem e mapas de isoteores em ppb de Au, Ag, Zn, Cu, Pb e As em folhas de Lixeira para a área estudada. Base cartográfica do Google Earth copiada em novembro de 2010.

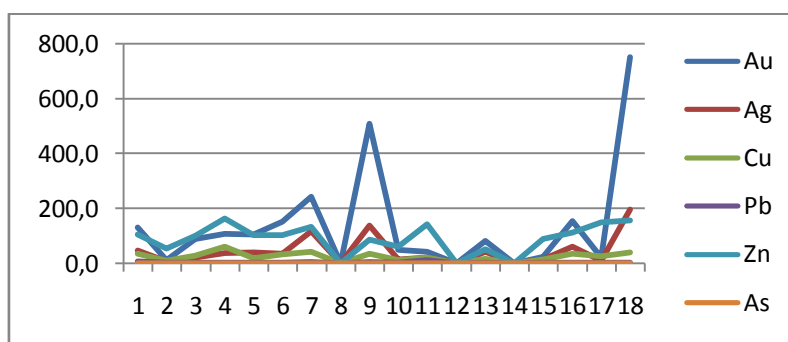


Figura 8 – Gráfico demonstrando a correlação entre os elementos Au, Ag, Cu, Pb, Zn e As para as folhas de Lixeira analisadas na área de pesquisa.

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Ométodo biogeoquímico utilizando folhas de *Lixeira* já havia sido testado anteriormente para delimitar áreas mineralizadas a ouro, na área de ocorrência de mineralizações auríferas em rochas do metassedimentar do Grupo Aguapeí e do Granito Ellus, no sudoeste do Estado de Mato Grosso, nesta região, FERNANDES (1999) obteve resultados positivos na relação de teores de ouro em amostras de solo, com teores de ouro em amostras de folhas de *Lixeira*.

O presente estudo delimitou uma área de ocorrência de mineralizações auríferas, através da presença de atividades garimpeiras, reconhecidas como altas produtoras de ouro na região de Cangas, distrito de Poconé, Estado de Mato Grosso. No local foi projetada uma malha regular para amostragem das folhas de *Lixeira*. Os resultados geoquímicos plotados em mapas de isoteores marcaram claramente os limites das áreas mineralizadas através de valores anômalos de ouro e prata em folhas de *Lixeira*. Os valores de ouro aumentam nas proximidades das cavas garimpeiras. Os dados mostraram ainda uma relação muito clara entre os elementos Au, Ag e Cu, e de forma discreta uma relação destes elementos com o Pb e o Zn, muito embora esta relação não sido descrita através de associação mineral ou associação geoquímica para as áreas mineralizadas da região de Cangas.

Quando se compara os teores de metais obtidos nos trabalhos de FERNANDES (1999) para as folhas de *Lixeira* nos garimpos de Pontes e Lacerda e Porto Esperidião, Estado de Mato Grosso, com os teores obtidos por este trabalho na região garimpeira de Cangas, Distrito de Poconé, observam-se que os teores de metais são mais elevados para esta última área pesquisada. Utilizando-se o valor do background de ouro em folhas de *Lixeira*, para as duas regiões, observa-se que o valor obtido para Cangas, igual a 184,97ppb é 10,3 vezes maior que o valor de 17,9ppb, obtido para Porto Esperidião.

Esta informação associada à simplicidade e ao baixo custo do método permite ampliar a área alvo a ser pesquisada e comprova a eficiência do método de prospecção biogeoquímica utilizado. Assim, o método pode ser indicado para exploração de ouro em toda a área de ocorrência do Grupo Cuiabá, ou em qualquer outra onde a *Lixeira* tenha uma distribuição homogênea.

AGRADECIMENTOS

Ao Geólogo Carlos José Fernandes – Geomim Ltda. por sua contribuição em todas as fases da pesquisa, ao Geólogo André Luiz da Silva Molina da Cooperativa dos Garimpeiros de Poconé (COOPERPOCONE) pelo apoio aos trabalhos de campo, ao discente Fillipe pela ajuda no trabalho de coleta de amostras em campo e a Mestranda Ivanni pela ajuda nos gráficos.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, F. F. M.; HASUÍ, Y. *O pré-cambriano do Brasil*. São Paulo: Edgard Blücher, 1984. 378 p.
- ALMEIDA F. F. M., 1964. Geologia do Centro-Oeste Mato-Grossense. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Boletim 215, 137 p.
- ALMEIDA, N. N.; NUNES DA CUNHA, C. 1995. Mapa da cobertura vegetal da região noroeste do Pantanal de Poconé. Registro do ano de 1966. In: CNPq. Fotointerpretação de fotografias aéreas aplicada ao estudo da vegetação e avaliação territorial. Relatório. 26p.
- AMEIDA, N. N.; SILVEIRA, E. A.; PAES DE BARROS, L. T. L. 2000. Mapa de vegetação, uso e ocupação do solo da região de Poconé-MT. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONOMICOS DO PANTANAL, 3., Corumbá. Os desafios do novo milênio. Resumos Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO S. M.; RIBEIRO, J. F. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC.
- ALVARENGA C. J. S. 1984. Dobramentos da Faixa Paraguai na borda Sudeste do Cráton. Amazônico. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Rio de Janeiro.
- APEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & CARMELLO-GUERREIRO, S.M. 2003. **Anatomia Vegetal**. Ed. UFV - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG.
- BARBOZA, E. DA S. 2008. Gênese e controle estrutural das mineralizações Auríferas do Grupo Cuiabá, na Província Cuiabá - Poconé, centro Sul do Estado de Mato Grosso – Brasil. Tese de Doutorado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- CUTTER, E.G. 1986. **Anatomia Vegetal. Parte I - Células e Tecidos**. 2ª ed. Roca. São Paulo.
- EVANS, J. W., 1894. The Geology of Mato Grosso (Particularly the region drained by the upper Paraguay); Quater. Journal Soc. London, Londres, 50 (2): 85 – 104.

- FERNANDES, C. J.; PINHO, F. E. C.; PULZ, G. M.; BARBOZA, E. S.; RUIZ, L. M. B. A.; RUIZ, FAGUNDES, PAULO ROBERTO.; VEIGA, ANTONIO. T. C. 1999. Diretrizes e prospecção de mineralização aurífera na Baixada Cuiabana- MT. In: ANAIS 3º Simpósio de Geologia do Centro-Oeste. SBG/Núcleo Centro-Oeste.
- MEDEIROS, E. L. M.; FERNANDES, C. J.; MEIRA, A. L. O. S.; BARTOLOMEU, D.; MIGUEL Jr., E SANTOS, D. I. 2005. Utilização da espécie *Curatella Americana*- “Lixeira” na prospecção biogeoquímica para ouro no depósito Ellus, Região do Alto Guaporé- MT. Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC - Fortaleza, CE.
- MELO, J. T.; SILVA, J. A.; TORRES, R. A. A; SILVEIRA, C. E. S.; CALDAS, L. S. 1990. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado. In: Sano, S. M., Almeida, S. P. ed. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 556p., 1998.
- NUNES DA CUNHA, C. Estudo florístico e fitofisionômico das principais formações arbóreas do Pantanal de Poconé-MT. Campinas: IB/UNICAMP, 105p. Dissertação de Mestrado.
- SILVA C. H. 1999. *Caracterização Estrutural de Mineralizações auríferas do Grupo Cuiabá, Baixada Cuiabana (MT)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 134p
- SILVA, C. H.; SIMÕES, L. S. A.; RUIZ, A. S., BARBOZA, E. S., 2006. Província Aurífera Cuiabá - Poconé - Estágio Atual do Conhecimento Geológico dos Depósitos de Ouro. In: FERNANDES & VIANA (Eds.), Coletânea Geológica de Mato Grosso, 2: 35-53.
- Silva C.H., Simões L.S.A., Ruiz A.S. 2002. Caracterização estrutural dos veios auríferos da região de Cuiabá, MT. *Revista Brasileira de Geociências*, **32**:407-418.
- TOKASHIKI, CLÁUDIA DO COUTO E SAES, GERSON SOUZA. 2008. Revisão estratigráfica e faciologia do Grupo Cuiabá no alinhamento Cangas-Poconé, Baixada Cuiabana, Mato Grosso. *Rev. Bras. Geociênc.*, vol.38, no.4, p.661-675.
- WWW.timblindim.files.wordpress.com acesso em 25 Abr. 2009.

REFERENCIAS

- AB'SABER, A. N. 1962. **Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados**. In: Simpósio sobre Cerrado, São Paulo, EDUSP, 117-124. 1990. 105p. Dissertação de Mestrado.
- ABREU, M. M., JOAQUIM, C., TAVARES, M. T., QUENTAL, L. & VAIRINHO, M. M. 2001. **Impacto da Exploração da Mina de São Domingos nos Solos e Sedimentos da Área do Telheiro, Alentejo**. *Livro de Resumos do 1º Congresso Nacional das Ciências do Solo*. Encontro Anual da SPCS. ISA, Lisboa. Abreu, M. M., TAVARES, M. T., VAIRINHO, M. M., JOAQUIM, C. & QUENTAL, L. 2004. Geoquímica comparada dos solos da área mineira de São Domingos Alente.
- ALMEIDA, N. N.; SILVEIRA, E. A. S.; BARROS, L. T. L. **Mapa de vegetação e uso do solo da região de Poconé, MT: I-DESCRIÇÃO DAS UNIDADES**. III Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. Os Desafios do Novo Milênio. De 27 a 30 de Novembro de 2000 – Corumbá – MS. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/ABIOTICOS/ALMEIDA-055.pdf>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2011.
- ALMEIDA F.F.M. 1984 – **Província Tocantins -setor sudoeste**. In: Almeida F.F.M. & Hasui Y. (eds.) *O Pré-Cambriano do Brasil*. Ed. Edgard Blucher, São Paulo, p. 265-281.
- ALMEIDA, N. N.; CUNHA, N.C. **Mapa da cobertura vegetal da região noroeste do Pantanal de Poconé. Registro do ano de 1966**. In: CNPq. *Fotointerpretação de fotografias aéreas aplicada ao estudo da vegetação e avaliação territorial*. relatório. 1995. 26p. Mato Grosso. *Rev. bras. geociênc.*, dez. 2008, vol.38, no.4, p.661-675. ISSN 0375-7536.
- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.
- ALVARENGA C.J.S. & SAES G.S. 1992 – **Estratigrafia e sedimentologia do Proterozóico Médio e Superior da região sudeste do Cráton Amazônico**. *Revista Brasileira de Geociências*, V.22(4), p. 493-499
- ALVARENGA C.J.S. & TROMPETTE R. 1992 - ***Glacially Influenced Sedimentation in the Late Proterozoic of the Paraguay belt*** (Mato Grosso, Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, V.92, p. 85-105
- ALVARENGA C.J.S. & TROMPETTE R. 1993 – **BRASILIANO TECTONIC OF THE PARAGUAY BELT: THE STRUCTURAL DEVELOPMENT OF THE CUIABÁ REGION**. *Revista Brasileira de Geociências*, V.23, p. 18-30
- ALVARENGA C.J.S. 1984 - **Dobramentos da Faixa Paraguai na borda Sudeste do Cráton. Amazônico**. *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro, V.7, p. 3258-3271
- ALVARENGA C.J.S. 1990 – ***Phénomènes sédimentaires, structuraux et circulation de fluides à la transition Chaîne-Craton***: Example de la cote Paraguai d'âge Proterozoïque Supérieur, Mato Grosso, Brésil. These Doc. Sci. Univ. d'Aix Marseille, 177p.
- ALVARENGA C.J.S., 1988 - ***Turbiditos e a Glaciação do Final do Proterozóico Superior no Cinturão Dobrado Paraguai, Mato Grosso***. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo. V.18(3): p. 323-327.
- AMAUD, E. & EYLES, C.H. 2006 – ***Neoproterozoic environmental change in the***

PortASKAIG FORMATION, SCOTLAND: CLIMATIC VS TECTONIC CONTROLS. *Sedimentary Geology*, V. 183, p.99-124.

APEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & CARMELLO GUERREIRO, S.M. 2003. **Anatomia Vegetal**. Ed. UFV - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa

BARROS A.M. *et al.* 1982 - Projeto RADAMBRASIL. **Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral.** Folha SD.21 Cuiabá, V. 26; Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, p. 25-192.

BRASIL MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL Folha SE. 21 **Corumbá e parte da folhas SE. 20:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 448p. (Levantamento de Recursos Naturais, 27).

BRITO NEVES B.B.DE 1999. **América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino.** *Rev. Bras. Geoc.*, 29(3):379-392.

CASTELNAU F. de. 1857. **Expedition dans les parties centrales de l'Amerique du Sud**,... 15 vol., 7 partes, Paris.**cerrados.** Rio de Janeiro: IBGE/EMBRAPA, 1989. 166p. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000.

COUSSOT, P. & MEUNIER, M. 1996 – **Recognition, classification and mechanical description of debris flow.** *Earth-Science Reviews* V. 40, p. 209-227. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/historicos_cidades/historico_conteudo.php?codmun=510650>. Acesso em 20 de fevereiro de 2011.

CUTTER, E.G. 1986. **Anatomia Vegetal. Parte I - Células e Tecidos.** 2ª ed. Roca. São Paulo.

EVANS J.W. 1894 – **The Geology of Mato Grosso.** *Geological Society of London, Quaterly Journal*, V.50, p. 85-104.

EVANS, J. W., 1894. The Geology of Mato Grosso (Particularly the region drained by the upper Paraguay); *Quater. Journal Soc. London*, Londres, 50 (2): 85 – 104. Fernandes, J. C. & Miranda, J. G., 2006.

EYLES C.H. & EYLES, N. 2000 – **Subaqueous mass flow origin for the Lower Permian diamictites and associated facies of the Grant Group, Barbwire Terrace, Canning Basin, Western Australia.** *Sedimentology*, V. 47, p.343-356.

FAGUNDES, Paulo Roberto.; VEIGA, Antonio. T. C.; 1999. **Diretrizes e prospecção de mineralização aurífera na baixada Cuiabana- MT.** SBG/ Nucleo cento-Oeste, ANAIS... In: 3º Simpósio de Geologia do Cento-Oeste.

FERNANDES, C. J.; PINHO, F. E. C.; PULZ, G. M.; BARBOZA, E. S. ; RUIZ, L. M. B. A. ; RUIZ, A. S. ; MOURA, M. A. ; KUYUMJIAN, R. M. 2004. **Geoquímica e Controle Estrutural das Mineralizações de Ouro nos Terrenos Rio Alegre e Santa Helena - Embasamento do Grupo Aguapeí na Porção Sudoeste do Estado de Mato Grosso Províncias e Distritos Auríferos de Mato Grosso:** Produção Garimpeira e Industrial. In: FERNANDES & VIANA (Eds.), *Coletânea Geológica de Mato Grosso*, 2: 07-33.

FERNANDES, CARLOS JOSÉ ; RUIZ, A. S. ; SILVA JUNIOR, J. G. **Estudo Preliminar dos Veios de Quartzo do Depósito Aurífero** Jair-Complexo Aurífero Lavrinha, Município de Pontes e Lacerda-MT. In: VIII Encontro de Iniciação Científica - CNPq-UFMT, 2000, Cuiabá, 2000. p. 40-40.

FERNANDES, CARLOS JOSÉ. **Estudo Metalogenético do Depósito de Ouro do Pau-a-Pique, Oeste do Estado de Mato Grosso.** 1997.

FERRI, MÁRIO GUIMARÃES. 1983. **Os cerrados, um grupo de formas de egetação semelhantes às savanas**, in *Revista Serviço Público*, p. 57.

FIGUEIREDO A.J.A. & OLIVATTI O. 1974 – **Projeto Alto Guaporé**. Relatório final integrado. DNPM/CPRM Goiânia, V.1, 173p.Freitas “inédito”.Fonte pesquisada: Schlesinger, WHWWW. timblindim.files.wordpress.com com acesso em 25 Abr. 2009.

FOLETO, E. L.; HOFFMANN, R.O.; HOFFMANN, R. S.; PORTUGAL JR., U. L.; JAHN S. L.. **Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz**. Quím. Nova vol.28 no.6 São Paulo Nov./Dec. 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422005000600021> >. Acesso em 20 de fevereiro de 2012.

GASPAR, O. 1998. **História da Mineração dos Depósitos de Sulfuretos Maciços Vulcanogênicos da Faixa Piritosa Portuguesa**. *Boletim de Minas*, **35 (4)**. Lisboa. Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. 1985. *Trace Elements in Soils and Plants* (1st.ed.) CRC Press.

HENNIES, W.T. 1966 – **Geologia do centro-norte matogrossense**. Tese de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 65p.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: 1992. 192p. (Sériejo: Fundo geoquímico versus zona de exploração. *Revista de Ciências Agrárias*,

KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. 1992. *Trace Elements in Soils and Plants*(2nd.ed.) CRC Press. Kabata-Pendias, A. 2001. *Trace Elements in Soils and Plants* (3rd. ed.) CRC Press, Florida, USA. Mehra, O. P. & Jackson, M. L. 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays Clay Minerals*, **7**: 317-327. Moore, C. J. 2000. *A Review of Mercury in the Environment*.

LACERDA FILHO J.V., ABREU FILHO W., VALENTE C.R., OLIVEIRA C.C., ALBUQUERQUE M.C. 2004 – **Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso**. Programa Geologia do Brasil, CPRM/MME/SICME. Relatório final, 200p.Leão A.N. & Dall’Oglio T.A. inédito.

LACERDA FILHO, Joffre Valmório de, **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso**. Org. Joffre Valmório de Lacerda Filho, Waldemar Abreu Filho, Sidney Rodrigues Valente, Cipriano Cavalcante de Oliveira e Mário Cavalcanti Albuquerque. Esc. 1:1.000.000. Goiânia: CPRM, 2004. (Convênio CPRM/SICME). 200p. il.; + mapas.

LINDMAN, C.A.M. **A vegetação de Mato Grosso**. In: CARDOSO AYALA, S.; SIMON, E, ed. Álbum graphico do estado de Mato Grosso. Corumbá/Hamburgo, 1914. p. 295-306.

LITHERLAND M. *et al.* 1986 – **The geology and mineral resources of the Bolivian Precambrian shield: British Geol. Surv.** Overseas Memoir 9, 153p

LUZ, J.S., OLIVEIRA A.M., SOUZA J.O., MOTTA J.J.I.M., TANNO L.C., CARMO L.S., SOUZA N.B. 1980- **Projeto Coxipó - Relatório Final**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Superintendência Regional de Goiânia, DNPM/CPRM, V. 1, 136p. Manuais Técnicos em Geociências).Mapa de Solos da Região de Poconé/MT: I – Descrição das Unidades. In:

MARTINELLI C.D. 1998 – **Petrografia, estrutural e fluidos da mineralização aurífera dos Araés-Nova Xavantina-MT**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 183p

MARTINELLI C.D. & BATISTA J.J. 2003 – **Estratigrafia da seqüência metavulcanossedimentar dos Araés: Grupo Cuiabá?** Anais 8º do Simpósio de

Geologia do Centro-Oeste, Cuiabá. P.124-125

MARTINELLI, C.D., XAVIER R.P. & BATISTA J.J. 1997 – **Modelo estrutural e fluidos da mineralização aurífera “Garimpo dos Araés”-Nova Xavantina-MT**. Anais do 6º Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, Cuiabá, p.46

MEDEIROS, E. L. M.; FERNANDES, C. J.; MEIRA, A. L. O. S.; BARTOLOMEU, D.; IGUEL JR., E.; SNATOS, D. I. 2005. **Utilização da espécie *Curatella Americana* “Lixeira” na prospecção biogeoquímica para ouro no depósito Ellus, Região do Alto Guaporé- MT**. Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC - Fortaleza, CE.

MELO J.T.; SILVA, J.A.; TORRES, R.A.A; SILVEIRA, C.E.S.; CALDAS, L.S. **Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado**. In: Sano, S.M., Almeida, S. P. ed. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 556p 1998.

NARBONE, G.M. & AITKEN, J.D. 1995 - **Neoproterozoic of the Mackenzie Mountains, northwestern Canadá**. Precambrian Research, V.73 (1-4),p.101-121.

OLIVATTI O. & RIBEIRO FILHO, W. 1976 – **Projetos centro-oeste de Mato Grosso, Alto Guaporé e Serra Azul**. Relatório Final. CPRM, Goiânia 127p

PAES DE BARROS, A.J. , COSTA, J.L.G , RESENDE, W.M. 1998 – Tipologia das mineralizações auríferas da Fazenda Salinas, Poconé, MT. XXXX Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte, Bol. de Resumos, p. 235

PINHO F.E.C. 1990– **Estudo das rochas encaixantes e veios mineralizados a ouro do Grupo Cuiabá, na região denominada “Garimpo dos Araés” Nova Xavantina, estado de Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado em Geoquímica) Centro de Pesquisas em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 114p.

PINHO, FRANCISCO EGÍDIO CAVALCANTE ; LEITE, J. A. D. ; FERNANDES, CARLOS JOSÉ ; RUIZ, A. S. ; CHEMALLE JUNIOR, F. ; CUTRIM, A. O. ; SHIRAIWA, S. ; SAES, G. S.**Gênese das Mineralizações Auríferas do Grupo Aguapeí na Fronteira Brasil-Bolívia, Mato Grosso** (PADCT 03-gtm-01/97-02/02-7 e FINEP 88.98.0344-00). 1998.

PIRES, F.R.M.; GONÇALVES, F.T.T.; RIBEIRO, L.A.S.; SIQUEIRA, A.J.B. 1986 – **Controle das mineralizações auríferas do Grupo Cuiabá, Mato Grosso**. XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Goiânia, V. 5, p. 2383-2395.

PÓVOAS, I. & BARRAL, M. F. 1992. **Métodos de análise de solos**. *Comunicações do Instituto de Investigação Científica Tropical, Série de Ciências Agrárias (10)*. Ministério do Planeamento e da Administração do Território.

QUENTAL, L., ABREU, M. M., OLIVEIRA, V., SOUSA, P., BATISTA, M. J., BRITO, G., VAIRINHO, M., SOUSA, J. & MARTINS, L. 2002. **Imagens hiperespectrais para avaliação e monitorização ambiental em áreas mineiras: resultados preliminares do projecto MINEO na Mina de São Domingos, Alentejo**. In: J.Brandão (ed.), pp. 583-594. *Actas do Congresso Internacional sobre Património Geológico e Mineiro*. Museu Geológico e Mineiro de Lisboa, Beja.

QUENTAL, L., BOURGUIGNON, A., SOUSA, A. J., BATISTA, M. J., BRITO, G., TAVARES, M. T., ABREU, M. M., VAIRINHO, M. & COTTARD, F. 2002.**MINEO Southern environment test site. Contamination/impact mapping and modeling - Final report for European Comission**. (<http://www.brgm.fr/mineo>).

RELATÓRIO INTERNO DO IGM. ALFRAGIDE. VAIRINHO, M. M. 2000. **Desenvolvimento de sistemas de integração de dados na prospecção de recursos minerais**. Tese de Doutoramento. IST, UTL. Lisboa rias, XXVII (1): 301-313. Adriano, D. C. 1986. *Trace Elements in Terrestrial Environment*. Springer-

RIBEIRO FILHO W. & FIGUEIREDO A.J.A. 1974 – **Reconhecimento geológico da região oeste de Mato Grosso**. 28º Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, V.4, p 17-35

RIBEIRO FILHO, W. LUZ J.S. & ABREU FILHO W. 1975 – **Projeto Serra Azul**. Reconhecimento geológico. Relatório Final, DNPM/CPRM, Goiânia, V. 1, 104p.

ROSA, W. de S. R.2011. **POCONÉ: Fundação e Emancipação**. Disponível em:<<http://www.poconeonline.com/materias.php?id=23078&>>. Acesso em 20 de março de 2011.

SANTOS, A. A.; SILVA, A. L.; SANTOS, T. J. S.; RUIZ, A. S.; FERNANDES, CARLOS JOSÉ; PINHO, FRANCISCO EGÍDIO CAVALCANTE. **Análise Estrutural dos depósitos auríferos Copacel e Ernesto - região de Pontes e Lacerda (MT)**. In: VIII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos - SNET e II International Symposium on Tectonics of the Brazilian Geological Society, 2001, João Pessoa, 2001. p. 169-172.

SCHLESINGER, WH 1997. Biogeochemistry: An Analysis of Global Change, 2nd edition. **Biogeochemistry: An Analysis of Global Change**, 2nd edition. Academic Press, San Diego, Calif. ISBN 012625155X . Academic Press, San Diego, Califórnia ISBN 012625155X.

SCHOBENHAUS FILHO C., OGUINO G., RIBEIRO D.L., OLIVA L.A., TAKANOHASHI J.T. 1975. **Folha Goiás SD 22**. Carta Geológica do Brasil ao milionésimo. DNPM, Brasília, Brasil.

SEQUEIRA, P. V. C. 1884. **Notícia sobre o estabelecimento mineiro de .Domingos**. *Revista de Obras Públicas e Minas*, **14-15**: 1883-1884. Shum, M. & Lavkulich, L. 1999. Speciation and solubility relationships of Al, Cu, and Fe in solutions associated with sulphuric acid leached mine waste rock. *Environmental Geology*, **38 (1)**: 59-68 Soares, A. 2000. *Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente*, IST PRESS, Lisboa.

SILVA C.H. 1999. **Caracterização Estrutural de Mineralizações auríferas do Grupo Cuiabá, Baixada Cuiabana (MT)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 134p.

SILVA, Alexandre P. da & CÂMARA, Volney de M. 2000. **Contaminação ambiental por mercúrio metálico na Região Amazônica: subsídios para um programa de vigilância das populações expostas**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvstox/e/fulltext/etext06/camcap01.html>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2011.

SILVA, C. H.; SIMÕES, L. S. A.; RUIZ, A. S., BARBOZA, E. S., 2006. **Província Aurífera Cuiabá - Poconé - Estágio Atual do Conhecimento Geológico dos Depósitos de Ouro**. In: FERNANDES & VIANA (Eds.), *Coletânea Geológica de Mato Grosso*, 2: 35-53.

SILVA, C.H., SIMÕES, L.S.A., RUIZ, A.S. 2002 – **Caracterização estrutural dos veios auríferos da região de Cuiabá, MT**. *Revista Brasileira de Geociências*, V.32, p.407-418.

SILVA, G.G., LIMA M.J.C.DE, ANDRADE A.R.F.DE, ISSLER R.S., GUIMARÃES G. 1974 - **Projeto RADAMBRASIL**. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Folha SB 22 Araguaia e partes da Folha SC 22 Tocantins, V. 4; Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, p. 22-131

SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS SÓCIO – **Econômico do sources South Carolina, EUA**. Oliveira, J. T. & Silva, J. B. 1990. Notícia Explicativa da Carta Geológica à escala 1:50000 folha 46D –Mértola. *Serviços Geológicos de Portugal*.

SIQUEIRA, Elizabeth Madureira, COELHO, Felipe Nogueira. **Memórias cronológicas da capitania de Mato Grosso**. UFMT, 1976.

SOUCEK, D. J., CHERRY, D. S. & TRENT, G. C. 2000. **Relative acute toxicity of acid mine drainage water column and sediments to *Daphnia magna* in the Puckett's Creek Watershed, Virginia, USA**. *Archive of Environmental Contamination and Toxicology*, **38**: 305-310.

SOUSA, A. J. 2000. **Análise geoestatística de dados**. CVRM/ Centro de Geossistemas. IST, UTL, Lisboa. Sousa, P. 2001. *Relatório das ações desenvolvidas no âmbito do projeto MINEO*.

Schlesinger, WH, 200TOKASHIKI, Cláudia do Couto e SAES, Gerson Souza. **Revisão estratigráfica e faciologia do Grupo Cuiabá no alinhamento Cangas-Poconé, baixada Cuiabana**, 2008.

VERLAG NEW YORK INC. ALLAN, J. C. 1965. A Mineração em Portugal na Antiguidade. *Boletim de Minas*, **2(3)**:139-175. Alloway, B. J. 1990. Soil Processes and Behaviour of metals. In: B. J. Alloway (ed.) *Heavy Metals in Soils* (2ª ed), pp. 7-28. Blackie Academic & Professional. Ipswich, R.U. Baker, D. E. 1990. Copper. In: B.J. Alloway (ed.) *Heavy Metals in Soils* (2ª ed), pp. 151-176. Blackie Academic & Professional, Ipswich, R.U. Batista, M. J 2003. **Comportamento de elementos químicos no sistema rocha-solo-sedimento-planta na área mineira de Neves Corvo: Implicações Ambientais**. Tese para obtenção do grau de Doutor em Geociências, Universidade de Aveiro. Berti, W. R., Cunningham, S. D. & Jacobs, L. W., 1997. Sequential chemical extraction of trace elements: development and use in remediating contaminated soils. In: R. Prost (ed.) *Contaminated Soils*, pp. 121-131. Les colloques 85, INRA, Paris. Dudka, S. & Adriano, D. C. 1997. Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review. *Journal Environmental Quality*, **26**: 590-602.

VLADIMIR I. VERNADSKY, 2007, **Essays on Geochemistry and the Biosphere**, tr. Olga Barash, Santa Fe, NM, Synergetic Press, ISBN 0-907791-36-0 (originally published in Russian in 1924) Olga Barash, Santa Fe, NM, Synergetic Press, ISBN 0-907791-36-0 (originalmente publicado em russo, em 1924).